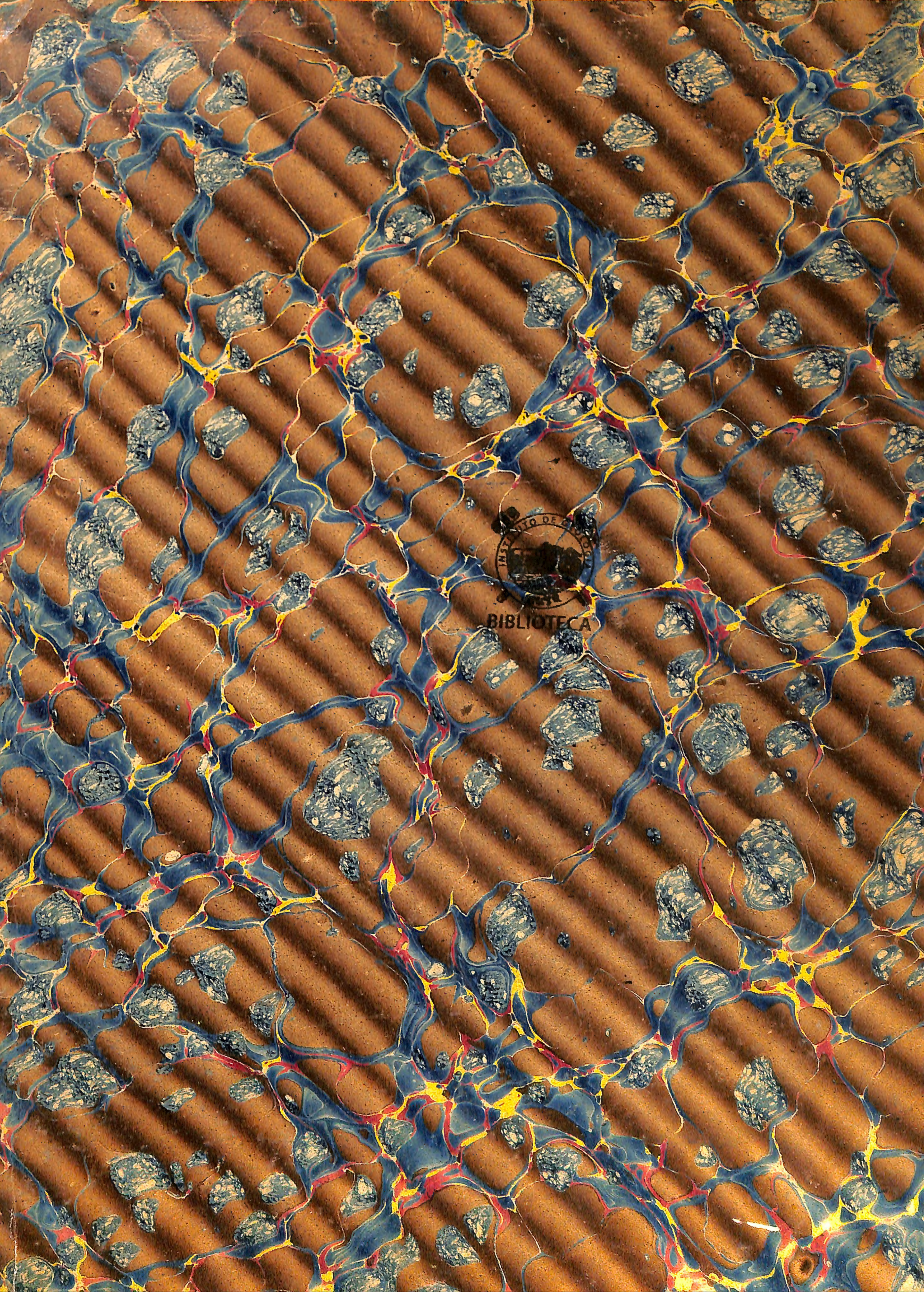


NAM
25018
TUTO DE GEOLOGÍA - CU


QE727
D45
UNAM
25018
INSTITUTO DE GEOLOGÍA - CU



ÉTUDE SUR LES BILOBITES

DU

PORTUGAL

J. F. N. DELGADO.



1/2 gr. nat.

TERRAINS PALÉOZOIQUES DU PORTUGAL

ÉTUDE SUR LES BILOBITES

ET

AUTRES FOSSILES DES QUARTZITES

DE LA

BASE DU SYSTÈME SILURIQUE

DU

PORTUGAL

SUPPLÉMENT

PAR

J. F. N. DELGADO



TERRAINS PALÉOZOIQUES DU PORTUGAL

ÉTUDE SUR LES BILOBITES

ET

AUTRES FOSSILES DES QUARTZITES

DE LA

BASE DU SYSTÈME SILURIQUE

DU

PORTUGAL

SUPPLÉMENT

PAR

J. F. N. DELGADO

DIRECTEUR DES TRAVAUX GÉOLOGIQUES
MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES DE LISBONNE

LISBONNE
IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES
1887

ÉTUDE SUR LES BILOBITES

SUPPLÉMENT

PREMIÈRE PARTIE

M. A.-G. Nathorst dans un ouvrage remarquable publié récemment sous le titre «*Nouvelles observations sur des traces d'animaux et autres phénomènes d'origine purement mécanique décrits comme Algues fossiles.* Stockolm, 1886»[1], cherche à réfuter les arguments que plusieurs naturalistes, surtout MM. de Saporta et Lebesconte, ont présentés pour prouver que les moules et empreintes de fossiles qu'on observe dans certaines couches de la série paléozoïque inférieure, qui ont été désignés sous les noms de Cruziana ou Bilobites, Arthrophycus et autres, sont de véritables organismes.

L'éminent phytologue et paléontologiste suédois m'a fait l'honneur de consacrer quelques pages de l'appendice par lequel il termine son ouvrage, à l'analyse du mémoire que j'avais publié sur ce sujet peu de temps auparavant[2], où je soutiens, quoique sur des fondements un peu différents, les idées développées par ces deux savants; cela me porte naturellement à lui exprimer mes remercîments, et aussi à rechercher si les arguments qu'il présente pour détruire mon argumentation ont en vérité la force que leur attache l'illustre naturaliste. Il est clair que dans cette réponse je ne me charge pas d'analyser tous les arguments présentés par M. Nathorst à la défense de sa théorie, je discuterai seulement ceux qui me regardent personnellement; cependant je me rapporterai occasionnellement aux arguments produits dans le corps de l'ouvrage, lorsque je le trouverai nécessaire pour éclaircir le point en litige.

D'abord je dirai que pour qu'on puisse accepter une théorie comme vérité scientifique, il faut qu'elle explique d'une manière satisfaisante, sans aucune exception, tous les faits qu'elle prétend élucider. S'il n'en est pas ainsi, c'est-à-dire, s'il est des faits authentiquement observés auxquels elle ne s'adapte pas, il y a tout lieu de croire que la théorie n'est pas vraie.

Barrande, notre illustre et inoubliable maître, disait que le critérium indispensable de toute véritable loi de la nature c'est, avant tout, de s'appliquer exactement aux faits établis. Si,

[1] Mémoire présenté à l'Académie Royale des Sciences de Suède, le 16 septembre 1885.

[2] *Étude sur les Bilobites et autres fossiles des quartzites de la base du système silurique du Portugal.* Lisbonne, 1885.

les perturbations de la planète Uranus étant étudiées, l'astronomie en appliquant les lois de Képler et la loi Newtonienne de l'attraction universelle, a découvert l'existence de la planète Neptune, indiquant dans les espaces célestes précisément le lieu où cette planète, jusqu'alors inconnue, devait se trouver à une époque donnée, c'est parce que ces lois étaient mathématiquement vraies, et l'observation directe vint ainsi confirmer merveilleusement les résultats des calculs fondés sur la théorie. Mais si, en supposant exacts les calculs astronomiques, on n'eût pas découvert la planète Neptune, on serait dans le droit de penser que les lois établies par Képler et par Newton étaient en défaut, ou bien que les perturbations de la planète Uranus avaient été mal observées ou inexactement appréciées.

Or, il y a tant d'obscurité et, j'ose même le dire, de contradictions, dans la théorie des traces, que la sagacité, le critérium supérieur, et les patientes expériences de M. Nathorst n'ont pu encore l'éclaircir en plusieurs points, et nous croyons que peut-être le savant suédois n'y parviendra jamais. Comme la théorie opposée est par contre fondée sur des arguments très importants, qu'aujourd'hui plus que jamais je considère inébranlables, puisque mon illustre adversaire ne les a pas même effleurés, je me crois dans le droit de réputer cette théorie comme la véritable, du moins provisoirement, vu qu'il n'y a d'autres hypothèses à considérer, que celles-ci: les problématiques Bilobites *sont* ou *ne sont pas* des traces ou empreintes mécaniques laissées par des corps animés, ou par des corps inertes, dans leur passage sur le sable.

En effet, il ne s'agit pas tout simplement de savoir si le croisement de traces, même produites en conditions exceptionelles et des plus favorables, peut donner des moules analogues à ceux des Cruziana; il faut encore prouver qu'en réalité ce furent *des animaux* qui ont produit ces traces, ou, en d'autres mots, prouver l'existence des animaux qui devraient les produire. Or, dans les limites de mes observations réitérées, faites sur les quartzites à Bilobites, je puis assurer qu'on n'a jamais découvert en Portugal, dans ces couches, le moindre vestige d'animaux qui pussent produire de pareilles traces; je ne sais non plus que dans un autre pays on ait fait la découverte de quelques fossiles qui autorise une telle supposition. Mais ce n'est pas là le seul argument que j'ai présenté, et auquel M. Nathorst n'ait pas répondu; entre autres, il n'explique pas le fait que les Bilobites ne se montrent, dans notre système silurique, que dans les quartzites de la base du système.

Ayant examiné dernièrement de nouveaux gisements de Bilobites, j'ai reconnu qu'ils occupent toujours le même niveau géologique dans la base de l'étage qui renferme les fossiles de la faune seconde, et qu'ils ne se trouvent jamais *ni au-dessus, ni au-dessous* de ce niveau, quoique les mêmes conditions de sédimentation se soient répétées à plusieurs époques, ainsi qu'on peut en juger d'après l'identité, ou du moins la profonde analogie des caractères des roches de différents systèmes géologiques.

C'est un fait bien singulier et en vérité peu compréhensible, que lorsque les traces supposées se montrent, on ne découvre aucun reste de l'animal qui aurait dû les produire; au contraire, dans des strates de quartzite silurien de même nature que celles où paraissent les Bilobites, mais où l'on ne trouve pas ces fossiles, on voit des moules de Trilobites ensemble avec ceux d'autres classes d'animaux qui les accompagnent ordinairement, sans qu'on découvre aucune apparence des pistes qu'ils auraient pu produire.

En outre, si l'on étude les couches à Bilobites d'une certaine contrée on reconnaît que la distribution stratigraphique de ces fossiles est partout la même, les espèces se succédant ver-

ticalement et toujours dans le même ordre, de sorte qu'il est possible de fixer par ce moyen le point de la série stratigraphique auquel correspond une certaine couche. Au contraire, quelques formes de Bilobites, qui ont une large distribution géographique, varient dans leurs caractères, dans les limites qu'il a été convenu de donner aux espèces organiques, d'après la nature un peu variable des dépôts qui les renferment, ou, en d'autres mots, d'après la variation du milieu où ces formes ont vécu. Ainsi, par exemple, dans la serra de Santa Justa (Vallongo), où l'assise sablonneuse de la base du système silurique renferme plusieurs couches argileuses, au point que l'on peut dire que l'élément argileux y est prédominant sur la silice, les formes de Bilobites sont peu variées et les exemplaires moins abondants, quoiqu'ils soient pour la plupart de grande taille; tandis que dans d'autres localités, comme Ameixieira (environs de Mação), où les strates de quartzite pur se répètent très souvent, alternant avec des lits d'argile fine ou de psammite, les espèces sont de petite taille, les formes sont plus variées et les exemplaires très nombreux.

D'autres arguments également valables, auxquels nous avons déjà fait allusion dans notre étude antérieure, n'ont pas non plus une explication plausible d'après la théorie préconisée par M. Nathorst.

Un exemplaire de *Cruziana furcifera* trouvé près de Mação et renfermé dans le quartzite grossier sans interposition de la moindre trace d'argile (pl. V, fig. 1), et un autre de *Cr. rugosa,* recueilli dans la serra de Santa Justa (Vallongo) et que nous représentons aussi (pl. IV), lequel montre sur une des faces latérales, fortement inclinée, des rides égales à celles de la surface, tandis que sur la face opposée il est taillé perpendiculairement et uni, comme le sont en général les exemplaires de cette espèce; ces deux exemplaires offrent, ce me semble, des arguments décisifs, de ce que les Cruziana ne sauraient représenter des pistes. Dans le premier cas, la trace que le prétendu animal aurait laissée, ne saurait évidemment se conserver, parce que le grès grossier qui forme le moule indique un fort courant qui l'aurait inévitablement détruite; en outre la surface de l'exemplaire présente des lignes plus fines que la grosseur du sable qui a formé le moule, ce qui est inadmissible dans la supposition d'une trace[1]. Dans le second cas, on ne peut comprendre comment l'animal ait eu des membres locomoteurs doués de mouvements aussi différents qu'il pût tailler dans le sédiment un talus vertical d'un côté, et qu'il eût laissé du côté opposé des vestiges égaux à ceux que son corps y imprimait de sa face inférieure. Il vient à propos de remarquer aussi, ce qui est d'une très grande importance pour l'opinion que nous soutenons, que dans les exemplaires de Cruziana à grand relief, comme celui dont il est question, la couche de schiste qui les recouvre n'a pas une épaisseur uniforme et correspondant à celle que présente ce relief, comme il arriverait inévitablement dans le cas d'une trace, et à plus forte raison encore dans le cas où il y aurait percement d'un tunnel dans la vase (une autre hypothèse dont M. Nathorst se sert pour ses explications). Au contraire, la couche de schiste est très mince, elle remplit à peine les irrégularités du relief des Cruziana, et disparaît même quelquefois, montrant par conséquent que ceux-ci étaient des corps gisant au fond de la mer ou sur le rivage, plus ou moins ensevelis dans la vase, quand le courant qui entraîna les sédiments du grès vint les couvrir.

[1] M. Nathorst lui-même dit qu'on ne peut obtenir des traces nettes sur le sable, parce qu'alors les conditions sont peu ou point favorables à leur formation (*Op. cit.*, p. 17).

Nous devons encore ajouter, comme argument subsidiaire, que les empreintes, qui ont été considérées jusqu'à présent comme des traces de crustacés et d'autres animaux par des observateurs de premier rang, comme l'illustre paléontologiste américain James Hall, ont des formes très simples, qui ne ressemblent nullement aux Bilobites. Nous possédons même dans les schistes siluriques de Barrancos, dans des couches où abondent des restes de plantes, des empreintes parfaitement identiques à celles des pl. 15 et 16 du vol. II de la *Paleontology of New York*.

Or, vouloir accorder seulement aux animaux qui ont vécu au commencement de l'époque silurique, Trilobites ou crustacés quelconques, la faculté singulière de se traîner sur la vase, produisant des traces si variées et complexes et si différentes de toutes les autres traces observées, telles que les diverses formes que l'on a réunies sous la dénomination générale de Bilobites, sans que l'inspection des strates faite par tant de géologues et tant d'observateurs distingués ait pu jamais découvrir d'autre preuve de l'existence de ces animaux, cela me semble une hypothèse plus que hasardée, quand on peut d'ailleurs chercher sur un autre terrain l'explication plausible des faits observés. Cependant, si ces considérations ne sont pas suffisantes pour prouver la faiblesse des arguments de M. Nathorst, nous allons montrer maintenant que les ingénieuses expériences qu'il décrit dans son dernier ouvrage ne trouvent pas d'application dans ce cas-ci, car avant tout il faudrait s'imaginer que le prétendu crustacé, auquel les Cruziana doivent leur existence, était doué de mouvements analogues à ceux que le savant phytologiste a imprimés à son rouleau en bois (?) pour que les stries obliques des traces aient pu se produire. Si l'on considère un animal se traînant sur la vase, avec les mouvements qu'on observe réellement dans les espèces vivantes, les traits principaux qu'il laisserait sur son passage seraient inévitablement parallèles entre eux et se rapprocheraient de la direction de l'axe de l'animal, comme on l'a affirmé si souvent.

Les traces de *Limulus*, que M. Nathorst a prises pour type de comparaison avec les Cruziana[1], en sont la meilleure preuve, en laissant même de côté la considération que la piste de cet animal ne pourrait jamais produire un moule analogue aux Cruziana, parce qu'il aurait, au lieu du sillon médian de ces fossiles, une crête qui serait produite par l'extrémité caudale, comme nous l'avons remarqué ailleurs[2].

Il serait aussi facile de prouver que l'animal même, que M. Nathorst a imaginé, ne produirait pas de semblables traces, à moins qu'il n'eût inférieurement la forme des Cruziana et en outre qu'il eût aussi imprimés sur sa face inférieure les détails de l'ornementation de ces fossiles. Dans ce cas ils représenteraient, ainsi que les Néréites, non plus des traces, mais les espaces remplis par le même animal qui les a produites, ce qui détruirait fatalement par sa base la théorie proposée.

J'avais dit dans mon mémoire[3] que dans ses expériences antérieures M. Nathorst n'avait pas obtenu une seule empreinte qui ressemblât, même de loin, à un Cruziana. Il ne nous est pas permis de faire maintenant la même remarque. Dans les expériences que M. Nathorst a faites dernièrement, il est parvenu à obtenir par un procédé très ingénieux, quoique tout à fait

[1] V. fig. 6 8, p. 69 du premier mémoire de M. Nathorst (*Mémoire sur quelques traces, etc.*)
[2] *Étude sur les Bilobites*, p. 23.
[3] *Ibid.*, p. 24.

artificiel, des moules, qui par leurs caractères généraux ressemblent vraiment assez aux Cruziana et aux Arthrophycus; cependant la manière dont il les a obtenus ne me semble pas conforme aux causes auxquelles il attribue la formation de ces fossiles, ou, en d'autres termes, le procédé employé est peu conforme à celui que la nature emploierait pour produire ces traces.

Quoique pour prévenir cette objection, qui naturellement pourraît lui être adressée, M. Nathorst s'efforce de déclarer que *ses expériences ne visent que les phénomènes pour ainsi dire mécaniques des traces*, la vérité est qu'on ne peut séparer les effets des causes qui les ont produits. Si, pour obtenir des moules analogues aux Cruziana, il faut imprimer le mouvement de rotation à un rouleau, comme celui qui a servi aux expériences en question, dont la section longitudinale a la forme d'un ∞ et la surface est striée en spirale en sens inverse dans les deux ellipsoïdes qui le composent, il faut absolument s'imaginer un animal, dont la section transversale ressemble plus ou moins à celle de l'instrument employé, et s'imaginer aussi que cet animal était doué de mouvements analogues à ceux qui étaient imprimées au rouleau, pour que des empreintes semblables à celles qu'on a obtenues artificiellement pussent se produire naturellement. M. Nathorst lui-même l'a compris; aussi, en abandonnant sa première idée que les Cruziana soient les moules des traces qu'ont laissées des Trilobites, et oubliant peut-être les formes que les crustacés offrent pour la plupart, il a créé dans son imagination un animal qui a dans sa face inférieure la configuration des Cruziana.

Cependant, pour que le supposé crustacé puisse produire des traces semblables à celles que représentent les excellents moules obtenus, il faut croire qu'il roulait sur lui-même; car si l'on prétend que l'animal se traînait simplement sur la vase, la trace en serait tout à fait différente; aussi différente des moules obtenus que celle que produirait le rouleau se traînant sur l'argile dans les mêmes conditions.

En effet, un rouleau à surface striée, se mouvant sur lui-même, donne des résultats très divers de ceux d'un corps d'une forme quelconque se traînant sur la même surface. Dans le second cas le résultat inévitable est que chaque point saillant du corps tracera des sillons parallèles à la direction du mouvement; on ne saurait comprendre comment les pattes de l'animal, armées ou non d'ongles ou de quelque autre appendice, plus ou moins éloignées de la ligne médiane du corps, et douées en outre des mouvements les plus rapides et variés, en touchant l'argile, n'aient pas tracé des lignes plus ou moins rapprochées du parallélisme avec l'axe, et au contraire, elles aient ouvert des sillons divergeant de la ligne médiane, se bifurquant ou s'anastomosant et quelquefois même offrant des stries fines parallèles au milieu des rides formant les mailles plus larges![1]

Nous ne devons pas non plus oublier la différence qui existe entre ces empreintes artificielles et celles qu'on a obtenues directement des animaux marchant librement sur la surface de l'argile ou sur le plâtre mou. Sous ce rapport, les premières expériences faites par M. Nathorst ont à mes yeux beaucoup plus de valeur, parce que la volonté de l'opérateur n'y est pas intervenue, et les conclusions qui en dérivent se fondent sur l'observation directe des faits.

Bien que M. Nathorst prétende que dans la nature les conditions sont plus favorables et propres à produire des moules analogues aux Cruziana, les observations faites par lui-même

[1] V. pl. II, fig. 1, de mon ouvrage cité.

prouvent exactement le contraire. Ce qui résulte en vérité de l'inspection des figures présentées dans son premier mémoire[1], c'est que les traces produites par différents animaux, outre qu'elles sont confuses et même assez souvent indistinctes, offrent une telle variabilité que l'on peut dire que le même animal n'a pas produit deux fois des traces identiques. Cette variabilité contraste profondément avec la constance de caractères et l'identité de formes des Cruziana, que l'on peut sans hésitation rapporter à la même espèce, quand même ils proviennent des contrées les plus éloignées, tout comme il en est des autres fossiles animaux ou végétaux bien déterminés.

On ne saurait en aucune manière comparer le mouvement de rotation d'un ellipsoïde avec les mouvements répétés des pattes d'un crustacé, soit nageant près du fond de la mer, soit se traînant sur cette surface ou sur le rivage, soit même en perforant le sable ou la vase, mouvements qui dans tous les cas représentent une translation. Prétendre substituer au bon vouloir des animaux vivants, des objets inanimés se mouvant au gré de celui qui les manie, ce n'est pas vraiment très conforme aux moyens si libres que la nature emploie dans ses opérations; et je ne crois pas non plus concluant que de vouloir en outre expliquer les irrégularités de l'ornementation des Cruziana par le changement des mouvements de l'animal, qui auraient une vitesse variable et quelquefois même s'arrêteraient, car dans cette hypothèse on ne pourrait obtenir que des traces continues, ou interrompues, mais jamais ramifiées. Il est vrai que M. Nathorst dans ses dernières expériences a obtenu des résultats satisfaisants en apparence pour expliquer l'irrégularité des stries, leur bifurcation et anastomose, en se servant de l'argile molle et fluide, et pour expliquer les ramifications plus fines qu'on observe quelquefois dans l'ornementation des Cruziana, la faisant adhérer au rouleau à son passage sur l'argile et l'en détachant ensuite. Mais il faut remarquer (si j'ai bien compris la manière dont les expériences ont été faites) que la première explication est applicable seulement dans le cas où la surface du moule montre des anneaux transversaux, parce que c'est la différence de pression au passage du rouleau qui, déterminant l'entrée subite de l'air, a causé ces différences, lesquelles n'ont pas eu lieu quand le rouleau a parcouru uniformément la surface de l'argile. Dans le second cas il importe de considérer que, l'argile ayant une consistance particulière, l'animal y passa en l'effleurant à peine, ce qui ne serait pas facile d'arriver assez souvent pour servir comme explication acceptable dans tous les cas où les moules présentent à leur surface des ramifications algoïdes (comme M. Nathorst les appelle). En outre, on observe fréquemment sur la même plaque de quartzite, des Bilobites qui présentent une ramification compliquée et d'autres qui ne présentent pas ce caractère, ce qui montre clairement que leur formation a été indépendante du degré de plasticité de l'argile. Enfin, les stries fines produites artificiellement qui couvrent indistinctement toute la surface du moule, et qui se présentent encore latéralement en dehors du moule, comme on doit s'y attendre, mais avec des caractères divers[2], diffèrent beaucoup de l'ornementation des Cruziana, qui varie dans de certaines limites pour la même espèce selon la grandeur de l'exemplaire. On pourra facilement s'en assurer en faisant la comparaison des planches de M. Nathorst avec les nôtres.

L'illustre naturaliste oublie dans ses considérations que les courants qui entraînaient

[1] *Mémoire sur quelques traces*, etc.

[2] V. *Nouvelles observations sur des traces d'animaux*, etc., pl. I. fig. 9.

le sable et faisaient le remplissage des traces, les détruiraient inévitablement ou du moins effaceraient les détails de l'ornementation qui se seraient imprimés sur la vase; de même il ne fait pas attention à ce que ce moyen tumultuaire de remplissage ne peut être nullement comparé aux moulages faits dans son laboratoire avec les plus grandes précautions.

Quand on observe, comme je l'ai fait dans plusieurs localités, nommément dans la serra de Facho (au sud de Vallongo), les moules de grands Cruziana couvrant la surface de plusieurs lits superposés de quartzite, quelquefois s'étendant sur cette surface, d'autres fois se pelotonnant ou se repliant en tours si resserrés que, dans l'étendue linéaire de $0^m,1$ ou un peu plus, ils surpassent d'autant en hauteur le plan de la couche, montrant toujours avec une grande netteté l'ornementation particulière à chaque espèce, il est impossible de reconnaître dans ces moules la preuve de traces, dont les formes varieraient à l'infini; si leurs formes étaient identiques (ce que l'on n'est pas dans le droit de prétendre), du moins ils seraient très différents dans les détails et la netteté de l'ornementation, selon les mouvements de l'animal, dont l'intensité serait assurément variable selon qu'il creusait le fond, qu'il se traînait sur la surface de la vase, ou qu'il l'effleurait simplement en nageant. Cependant, on n'observe aucune différence de la sorte dans l'ornementation des Cruziana, quoiqu'ils se présentent si abondamment dans cet endroit que dans une épaisseur de $1^m,5$ il n'y a pas moins de 6 strates successives qui les renferment.

Que des juges impartiaux nous disent s'il est admissible que des traces d'animaux gardent cette uniformité, lorsque les expériences faites par M. Nathorst, dans les conditions d'ailleurs les plus favorables pour obtenir ce résultat, ont montré précisément le contraire; qu'ils nous disent aussi si l'on peut comprendre que des traces d'animaux se soient reproduites avec tant de fréquence, n'attendant pour se révéler que l'intercalation d'un mince lit d'argile, qui a quelques centimètres d'épaisseur à peine et qui même disparaît dans plusieurs points.

Il faut avouer cependant que M. Nathorst répond dans son nouveau travail, si ce n'est d'une manière concluante, du moins très habilement à quelques objections formulées contre sa théorie; d'autres objections, cependant, et en plus grand nombre, n'ont pas reçu une explication plausible et nous osons croire qu'elles n'obtiendront jamais une réponse.

Le fait que les moules de Cruziana disparaissent partiellement dans la roche pour reparaître après, est expliqué, selon son point de vue, par la supposition que l'animal qui les a produits tantôt nageait, tantôt descendait et se traînait dans la vase. C'est sans doute une découverte heureuse que celle qu'il fit dans ses expériences en reconnaissant la variation des dessins selon que l'argile était plus ou moins molle et selon que l'animal, se traînant dans la vase, y adhérait momentanément à son passage, ou l'effleurait à peine. Les expériences qu'il a faites pour expliquer la netteté des dessins dans les croisements des moules sont très ingénieuses, et il faut convenir qu'elles ont été parfaitement exécutées. Là-dessus il faut cependant observer que si M. Nathorst nie l'origine végétale des Cruziana, parce qu'il n'existe dans la nature actuelle aucune forme connue qui leur ressemble, il est obligé de supposer (ce qui est sans doute non moins difficile à admettre) qu'il y eût un animal qui, présentant dans la section transversale la même forme des Cruziana, fût en outre couvert d'une ornementation semblable à celle de ces fossiles; ce n'est qu'ainsi, nous le répétons, que les moules qui les représentent auraient pu se produire. M. Nathorst discute aussi en vrai maître et avec une profonde connaissance de cause la théorie

de la fossilisation en demi-relief, telle que M. de Saporta nous la présente, et avec laquelle je ne suis pas tout à fait d'accord, comme je l'ai dit dans mon mémoire[1].

En un mot, cet ouvrage de M. Nathorst, à certains égards supérieur à celui qui l'a précédé pour la soutenance de sa thèse, révèle dans son auteur le même esprit investigateur et le même talent que nous lui avons toujours reconnu. Son livre est accompagné de planches reproduites par la phototypie, qui sont d'une perfection admirable, comme, d'ailleurs, nous sommes déjà habitués à voir dans les publications dont nos collègues scandinaves enrichissent si copieusement la géologie et l'histoire naturelle.

Cependant la conclusion où M. Nathorst arrive, est, ce nous semble, bien loin du but qu'elle devait atteindre. Le savant suédois montre, tout au plus, la possibilité que certains animaux, dans des circonstances spéciales, produisent des traces qui ressemblent à quelques Bilobites; mais il ne prouve pas que ces différentes formes fossiles fussent en effet produites par le passage d'animaux sur la vase, parce qu'il faudrait d'abord prouver d'une manière positive l'existence de ces animaux, à quoi les excellents moules obtenus artificiellement ne suffisent pas. De plus, ce n'est pas assez de dire que les restes de ces animaux ont disparu; il faut savoir pourquoi des vestiges de tant d'autres êtres s'étant conservés dans les mêmes couches, et des restes abondants de crustacés se trouvant aussi dans des grès et dans des quartzites, ce n'est que ceux de cet horizon qui ont disparu. Enfin, il faut expliquer pourquoi, bien que les traces supposées soient si abondantes et si nettes, on n'a encore découvert en aucun pays nul autre vestige, si minime qu'il fût, de l'animal qui les a produites, quoique les conditions où les dépôts se sont formés n'aient pas été identiques sur tout le globe, comme elles ne l'ont pas été non plus dans la contrée que les dépôts siluriques embrassent en Portugal.

M. Nathorst a eu la bonté de m'envoyer son dernier mémoire au mois de août de l'année dernière, mais, comme j'étais engagé dans divers travaux officiels pressants, ce n'est que maintenant que je puis présenter cette réponse. Je possédais déjà alors quelques exemplaires de Bilobites, lesquels je croyais devoir représenter; je désirais en outre répéter mes observations sur le terrain, de manière à rassembler de nouveaux arguments en faveur des idées que j'avais émises et que je supposais être vraies, ou, au contraire, de nature à me les faire abandonner franchement.

Pour la reproduction des exemplaires que je présente maintenant, j'ai suivi la même méthode rigoureuse et impartiale que j'ai employée dans mon étude précédente. Je peux dire en toute sûreté qu'il n'y a pas la moindre idéalisation dans mes planches. Les exemplaires sont figurés en grandeur naturelle, et, comme dans les planches de mon précédent mémoire, les clichés n'ont pas reçu du photographe la moindre retouche ni aucun autre perfectionnement. Aussi, quand parfois les reproductions ne sont pas assez claires, on doit attribuer cela à la mauvaise conservation des exemplaires, ou à quelque défaut involontaire dans la distribution de la lumière, jamais à l'intention de faire ressortir quelque caractère qui favorise les idées que je sou-

[1] *Étude sur les Bilobites*, p. 5 et 8.

tiens, au détriment d'un autre qui puisse les infirmer. Dans ce travail je n'accompagnerai pas le savant naturaliste suédois dans toute son argumentation contre ceux qui professent des idées opposées à la théorie des traces; j'examinerai seulement la partie de son mémoire qui me concerne particulièrement, quoique M. Nathorst déclare que la réponse qu'il donne dans le corps de son mémoire aux arguments présentés par M. de Saporta, renferme la réfutation de beaucoup d'assertions que j'ai avancées.

Ramenée aux termes les plus simples, l'argumentation de mon illustre adversaire se résume de la manière suivante. Les algues actuelles ne ressemblent pas aux Bilobites; en étudiant les mœurs de certains animaux marins, on reconnaît que quelques-uns d'entre eux perforent le sable, d'autres se traînant dans le fond de la mer y laissent des vestiges de leur passage: donc, les Bilobites ne sont pas des organismes, mais des traces, *quoiqu'on n'ait pas observé jusqu'à présent une seule trace qui ait la moindre ressemblance avec un Bilobite, quoiqu'il n'y ait aucune preuve de l'existence des animaux qui auraient produit ces traces, si ce n'est cette conception purement hypothétique.*

M. Nathorst va plus loin encore. A défaut d'un animal qui pût produire les traces supposées, il le crée dans son imagination et lui assigne une forme déterminée, qui coïncide forcément avec la forme du Bilobite, car de cette seule manière il pourrait obtenir des moules semblables à ces fossiles; ainsi, en niant l'existence de l'organisme que nous supposons, il tombe dans la contradiction de former un autre qui le remplace. Il n'admet pas que les Cruziana appartiennent au monde végétal, puisqu'on ne connaît rien dans la flore contemporaine qui leur ressemble [1]; cependant en même temps qu'il établit cet argument il dit que l'animal qui a produit les traces s'est éteint et qu'il y a peu d'espoir que l'on obtienne des traces d'un type vivant conformes à tous égards à celles des Cruziana! [2] Pour des organismes inférieurs, comme les algues, il exige une parfaite ressemblance entre les formes contemporaines et celles qui se sont éteintes à une époque si reculée; pour des organismes relativement supérieurs, comme les crustacés, qui produiraient les traces supposées, il admet au contraire que les différences soient si profondes que les traces mêmes des uns ne ressemblent pas à celles des autres! Par conséquent il admet une parfaite disparité entre le monde animal existant actuellement et le monde ancien; seulement il ne veut pas l'admettre dans le monde végétal, peut-être parce que cela sert mieux son hypothèse.

Dans son mémoire antérieur M. Nathorst prétendait que les Cruziana étaient des traces de Trilobites. Il vient d'abandonner cette idée, parce qu'il a reconnu que les Trilobites ne pouvaient pas produire des traces ressemblant aux Cruziana, et aussi parce que ces fossiles apparaissent en Suède dans un niveau très inférieur à celui des plus anciens Trilobites, «et qu'il n'existe aucune raison pour que les Trilobites, s'ils avaient existé, n'eussent pu être conservés dans ces assises tout aussi bien que dans les grès d'Öland et d'autres localités» [3].

Il faut convenir que ce changement d'opinion est déjà un triomphe pour les idées que nous soutenons, d'autant plus appréciable que pour ce changement les arguments sur lesquels je me suis fondé pour combattre la première idée de M. Nathorst n'ont eu aucune in-

---

[1] *Nouvelles observations sur des traces d'animaux*, etc., p. 16.
[2] *Ibid.*, pag. 17.
[3] *Ibid.*, pag. 32.

fluence, vu que l'original suédois du mémoire que nous analysons est antérieur à la publication de mon travail.

Cependant, les restes de Trilobites devant se rencontrer, d'après M. Nathorst, ensemble avec les Cruziana, si ces animaux les avaient produits, nous devons nous étonner qu'il n'ait pas appliqué le même raisonnement à l'égard du crustacé auquel il attribue cette faculté et qu'il prétend être disparu parce qu'il était muni d'une carapace plus molle que celles des Trilobites, et par conséquent hors d'état de se conserver[1]. Voilà encore une hypothèse gratuite qu'il lui a fallu établir à l'appui de sa thèse!

Que l'on fasse attention, pourtant, qu'il ne s'agit pas d'expliquer la formation de tel ou tel moule qui se montre accidentellement dans les quartzites, mais d'une infinité de moules, de formes et de grandeurs assez différentes, qui couvrent entièrement sur de grandes étendues la surface de plusieurs dizaines de strates superposées, et pour la formation desquels il aurait fallu une légion innombrable d'individus de formes diverses, vivant simultanément, parce qu'évidemment on ne peut attribuer à la même espèce de crustacé la faculté de produire des traces si dissemblables.

Nous pouvons encore ajouter que, si en Suède les Cruziana descendent à un niveau très inférieur à celui des plus anciens Trilobites, nous serions tentés de voir en ce fait la preuve qu'ils ne représentent pas des traces, c'est-à-dire, qu'ils ne doivent pas révéler l'existence, à cette époque, de formes du monde animal. En effet, ces fossiles comptant, comme nous le croyons, parmi les plus anciens vestiges organiques connus aujourd'hui, il est bien plus naturel de supposer qu'ils représentent des organismes inférieurs du monde végétal, lesquels sans doute ont été les premiers habitants du globe, car les plantes seules ont le pouvoir d'extraire des combinaisons minérales, et de se les assimiler, le carbone et l'azote nécessaires à l'existence des animaux.

Dans l'hypothèse de M. Nathorst nous sommes donc forcés à admettre qu'il y eut à l'époque silurique des crustacés, dont la forme nous est inconnue, et qui ne nous ont transmis que leurs traces fossilisées dans les grès; et d'autres crustacés, les Trilobites, que l'on trouve abondamment dans les schistes aussi bien que dans les grès, et dont on connaît plusieurs détails de structure, mais dont les traces n'ont pu encore être déterminées! Franchement je ne sais laquelle de ces hypothèses est plus difficile à soutenir: si les Cruziana ont été produits par les Trilobites, quoique évidemment leur forme soit en opposition avec celle de ces fossiles; ou bien si les Cruziana ont été produits par des animaux inconnus, dont on cherche en vain les restes parmi les autres fossiles siluriques, et qui, quoique protégés par une carapace plus ou moins résistante, ont eu le singulier privilège de disparaître, ne laissant d'autres preuves de leur existence que celles qui le plus facilement, ou plutôt inévitablement devaient disparaître d'après les conditions où les dépôts ont été formés. Tandis que tant d'animaux, moins bien protégés, ou couverts d'une carapace moins consistante, ont pu résister aux différentes causes destructives et nous transmettre leurs formes, le crustacé inconnu, peut-être proche parent de *Limulus* ou d'*Eurypterus*[2], qui avait l'habitude de se creuser des trous dans le sable ou la vase au fond

[1] *Nouvelles observations sur des traces d'animaux*, etc., p. 55.

[2] Selon l'avis de M. Nathorst. *Op. cit.*, p. 32.

de la mer, surtout près du rivage, a été le seul être qui ne nous a transmis d'autre preuve de son existence que ces traces problématiques!

Pour expliquer la formation du bord marginal que présentent plusieurs Cruziana, M. Nathorst considère que l'animal avait en dessus une forme voûtée, et qu'il était couvert d'un bouclier ou d'une plaque le dépassant en largeur des deux côtés, qui lui protégeait surtout la tête[1]. En ce cas, comment la forme de l'animal et les vestiges de ce bouclier ont-ils pu disparaître tout à fait dans la fossilisation, lorsque ses traces y sont pourtant conservées si distinctement?

La figure avec laquelle M. Nathorst prétend schématiser la forme de l'animal qui a produit les Cruziana, est cependant en parfait désaccord avec les formes que présentent beaucoup d'entre eux. Les Cruziana munis latéralement d'un cordon ou rebord (et même beaucoup de ceux qui ne l'ont pas) montrent en général un grand relief, et ils sont limités par des parois verticales, qui leur donnent une section sous-quadrangulaire, comme Rouault et M. Lebesconte l'ont très bien remarqué et comme le montrent beaucoup des exemplaires que j'ai fait représenter[2]. Comment une trace avec cette forme pourrait-elle se produire, le moule du Bilobite restant adhérent au lit de quartzite, souvent avec un relief extraordinaire sur de grandes étendues?

En admettant même que le lit de vase eût assez d'épaisseur pour que l'animal y pénétrât à son aise, le moule de la trace pourrait alors acquérir une grande hauteur dans ce point, plus grande encore que l'épaisseur de l'animal; aussitôt cependant que celui-ci aurait descendu à cette profondeur, il serait obligé, pour poursuivre sa marche en avant, de nager ou d'ouvrir un tunnel. Dans le premier cas le moule disparaîtrait au milieu du quartzite; dans le second cas il devait se présenter détaché au milieu du schiste, montrant la même section de l'animal, ce que nous n'avons jamais observé.

Un crustacé avec la forme que M. Nathorst lui a attribué, ne pourrait donc produire que des traces semblables aux empreintes des Vaux d'Aubin connues sous le nom de «pas de bœuf». Ce qui cependant ne pourrait jamais se former ce seraient des moules comme ceux de notre pl. XXIV, même en ne tenant pas compte des cas de torsion et de rupture que présentent les exemplaires de cette plaque, pour lesquels il n'y a point d'explication possible dans la théorie des traces.

De même, nous ne devons pas oublier que les moulages de M. Nathorst correspondent à des traces produites sur un même plan, c'est-à-dire, à la surface du même lit d'argile, et les conditions de la fossilisation sont évidemment bien différentes quand on considère des moules en plans divers et *se superposant les uns les autres* avec leur relief complet, comme il arrive souvent[3]. En ce cas pour que l'on considère que les Bilobites étaient des traces, il faudrait supposer que, le premier sillon dans l'argile étant ouvert, il s'est rempli de sable (mais le sillon seul, sans que le sable se répandît sur la surface de l'argile) avant qu'un second lit d'argile vint s'y déposer; qu'une seconde trace ait été produite de la même manière et remplie aussi de sable, et que la même opération s'est répétée autant de fois que le nombre des mou-

---

[1] *Op. cit.*, p. 28.
[2] V. surtout la pl. 24.
[3] V. pl. XII, fig. 2, pl. XX, fig. 1, pl. XXIV et pl. XXVI, fig. 1.

les superposés, sans que le sable se répandît jamais sur le rivage ou dans le fond de la mer, (selon qu'on s'imagine les traces produites à découvert, ou sous l'eau) ce qui est absolument inadmissible.

Dans l'exemple que M. Nathorst présente dans sa pl. 4, fig. 1, et avec lequel il prétend expliquer la formation de traces en niveaux différents[1] (même en mettant de côté la circonstance vraiment extraordinaire, que les différents lits d'argile que les eaux ont déposés se sont arrêtés précisément au milieu de la plaque où se trouvent les moules, autant de fois qu'il y a de moules qui exigent cette explication) il n'y a pas en effet de superposition, *mais simplement succession* des différents exemplaires de *Harlania*, parce que dans la partie où le second lit d'argile couvrit la trace formée antérieurement, celle-ci a disparu naturellement, et n'a pu donc se remplir de sable comme la partie que est restée à découvert; or, les moules de Bilobites ne sont pas dans ce cas, puisqu'ils sont en vérité superposés avec tout leur relief.

Toutes ces difficultés disparaissent si l'on considère que les Bilobites sont les corps mêmes qui se sont fossilisés, qui pourraient se superposer de toute manière, s'adaptant les uns sur les autres, se tordant, s'écrasant et souvent même se déchirant, avant que la couche de sable vînt les couvrir; par conséquent les corps qui ont été ensevelis dans la vase montreraient alors leur relief plus ou moins parfait, et ceux qui sont restés en partie à découvert adhéreraient à la strate de grès surjacente.

Parmi les nombreux Bilobites que nous avons examinés, nous voyons quelquefois les mêmes formes varier en grandeur, en gardant les mêmes traits généraux; d'autres fois, au contraire, elles varient profondément dans leurs caractères principaux, de sorte qu'on doit les considérer comme étant des espèces différentes; mais les exemplaires des mêmes espèces, quoique provenant des localités les plus éloignées entre elles où ils ont été observés, comme l'Europe et l'Amérique méridionale, gardent toujours la même uniformité de caractères. Nonobstant, l'on prétend que ce sont des animaux qui, par les vestiges qu'ils ont laissés de leur passage, ont produit ces moules, quoique les expériences faites très soigneusement par M. Nathorst lui-même démontrent que la variabilité et l'irrégularité extrêmes sont, comme elles devaient être, le caractère dominant des traces produites non seulement par des individus de la même espèce, mais encore par le même individu!

L'une des premières difficultés que nous trouvons pour imaginer que les moules de Cruziana sont des traces, c'est que la surface des strates qui les portent n'est pas toujours unie, au contraire elle est en général plus ou moins ondulée. Ce fait qui, joint à la grosseur du sédiment du grès, montre que les eaux n'étaient pas tranquilles quand le dépôt s'est formé, rend en outre peu probable que l'animal se soit subordonné dans sa marche aux irrégularités du fond pour s'y adapter toujours, puisque les Bilobites montrent les mêmes détails de sculpture autant dans les parties saillantes, que dans les parties les plus enfoncées.

En admettant même par hypothèse que tous les Bilobites observés soient des moules de traces d'animaux marins, il faut encore prouver que les conditions dans lesquelles se sont formées les strates qui les renferment, étaient favorables à la conservation des mêmes traces. Or, un courant assez fort pour entraîner du sable et même du gravier grossier, comme l'est

[1] *Op. cit.*, p. 29.

quelquefois le grain du quartzite ou grès qui renferme les fossiles, aurait aussi la force d'effacer dans la plupart des cas les traces qui auraient été formées alors dans la surface de la vase, ou du moins il effacerait les détails de l'ornementation produite.

S'il est difficile, je dirai même impossible d'admettre, que les traces formées dans le fond de la mer se soient conservées, celle-ci étant soumise à des courants aussi forts que ceux qui ont entraîné le sable qui les a remplies, il est encore plus difficile d'admettre que les traces ouvertes en tunnel aient été conservées dans ces conditions-là. Comment peut-on prétendre qu'une trace avec cette forme, ouverte dans la vase ou dans le sable sous l'eau, s'est conservée parfaite jusqu'à ce que le sable vînt la remplir postérieurement? Est-il croyable que, si un animal traverse un dépôt incohérent ou meuble, en y faisant un trou, les parois de la galerie formée par son passage, quand l'eau s'y précipite, ne s'écroulent pas tout de suite ou du moins ne subissent un grand dommage? Qu'arrive-t-il dans les rivages actuels lorsque des animaux marins traversent le sable humide qui reste à découvert par la descente de la marée? Et qu'arrivera-t-il au-dessous de l'eau, l'argile étant alors beaucoup plus molle, et le sable étant devenu meuble par les courants qui agissent sur lui?

Cependant, pour éluder cette difficulté, M. Nathorst, quand il explique la formation des moules en demi-relief, pose clairement la question, que les traces furent formées dans le rivage maritime, dans la zone, temporairement à découvert, comprise entre les lignes de la plus forte et de la plus faible haute marée.

Dans ce cas, en effet, dans des circonstances très spéciales, les empreintes formées à sec sur l'argile, que la plus grande marée eût déposée sur le rivage, étant peu après remplies par le sable que le vent soulevait, pourraient garder leur forme et les traits de leur sculpture originale.

Mais d'abord il n'est pas très facile de concilier cette hypothèse avec l'idée que ces traces étaient formées par des animaux marins (crustacés) *qui semblaient attendre la retraite de l'eau pour se complaire à parcourir le rivage dans toutes les directions dans le but de chercher leur nourriture*[1], y laissant empreintes les preuves de leur existence, qui ne se révèle pas dans le moindre vestige de leurs dépouilles, que naturellement on devrait aussi rencontrer dans les mêmes couches.

D'un autre côté cette hypothèse est en contradiction manifeste avec l'explication de la formation des traces qui s'écartent du plan général de la stratification (d'ailleurs le cas le plus fréquent) et qui, d'après M. Nathorst, consiste en ce que l'animal tantôt nageait, tantôt labourait la vase, ce qui évidemment ne pourrait avoir lieu que sous l'eau[2].

Dans d'autres passages de son mémoire, M. Nathorst déclare implicitement plus d'une fois que les traces se sont formées sous l'eau, ou du moins qu'elles ont été exposées à l'action de forts courants, ce qui invalide l'explication à laquelle il a voulu avoir recours.

---

[1] «L'animal que je soupçonne avoir produit les Cruziana, n'a évidemment pas labouré la vase pour son plaisir, mais bien pour y chercher sa nourriture, ou peut-être aussi parfois, comme le pense Dawson, pour y déposer ses œufs. On doit se rappeler ces circonstances, car elles montrent évidemment que lorsqu'une trace a déjà été formée, il n'est pas probable qu'un autre animal y pénètre plus que sur des étendues très courtes, ou en croisant le chemin du premier». Nathorst, *Op. cit.*, p. 18.

[2] «Un crustacé tantôt nageant, tantôt labourant la vase, décrirait par conséquent une route...» (*Op. cit.*, p. 18) d'où il faut conclure que les traces n'étaient pas formées sur le rivage, mais au-dessous de l'eau.

Ainsi, en s'occupant des cicatrices qui se présentent quelquefois dans la surface des Cruziana, il dit que dans quelques cas elles proviennent sans doute de corps étrangers entraînés par l'eau dans les traces, et qui se présentent comme des empreintes sur le moule, soit parce qu'ils ont été dissous plus tard, soit parce que ces corps étaient durs et renfermés dans la vase[1].

Celle-là est en effet l'opinion la plus générale, et avec M. Nathorst, d'autres observateurs distingués, comme M. Munier-Chalmas, pensent que les Bilobites sont des traces formées sous l'eau.

« . . . les différents corps rangés sous ce nom (Bilobites) sont des empreintes mécaniques d'animaux marchant sur la vase et pouvant s'y enfoncer au besoin, comme le font, dans les mers actuelles, certains crustacés ou certains vers. . . »[2].

Bref, si l'on peut admettre, qu'une trace formée dans l'argile du rivage, à découvert, puisse, dans certaines circonstances, s'endurcir, au point qu'il se forme la caisse d'un moule, reproduisant les moindres détails de l'empreinte laissée par le passage de l'animal, il est par contre tout à fait inadmissible qu'il en soit de même lorsque le fossile se présente dans l'intérieur du grès, ou même quand il se montre dans le plan de jonction de deux lits contigus de grès et d'argile.

Il n'est pas étonnant que, en se basant sur des données inexactes, M. Nathorst arrive à des conclusions fausses dans leur essence, mais qu'il croit concluantes et capables de résoudre définitivement la question de l'origine des Bilobites, dans le sens qu'ils aient été produits par le passage d'animaux au fond de la mer, tantôt marchant sur cette surface, tantôt nageant, et aussi dans quelques cas perforant le sable ou la vase, et laissant derrière eux un tunnel, que plus tard le sable est venu remplir en entrant par l'une de ses extrémités, en respectant toutefois la forme des parois, qui ont reproduit dans les moules les moindres détails des empreintes gravées! Il faut considérer toutes ces hypothèses simultanément pour expliquer, selon les idées exprimées par M. Nathorst, la forme représentée par exemple, dans notre pl. XXIV[3], et il reste à expliquer (ce qui est encore plus difficile) la torsion et la rupture que les différents Bilobites ont subis à leur croisement, et l'énorme relief qu'ils présentent!

Nonobstant ces difficultés vraiment insurmontables que l'examen de ce seul exemplaire nous suggère et qui mériteraient bien d'être considérées, parce que c'est une matière différente de celle qui a été étudiée par MM. de Saporta et Lebesconte, à qui M. Nathorst a consacrée la plus grande partie de son mémoire, l'illustre phytologue répond très simplement aux considérations que j'ai présentées là-dessus dans les lignes suivantes:

« A l'égard des remarques de M. Delgado, je pourrai être bref. Elles concernent principalement une bifurcation apparente de quelques Cruziana, ainsi que les formes diverses prises par ces objets, lorsqu'ils croisent une Harlania ou qu'ils se croisent mutuellement. Ayant

---

[1] *Op. cit.*, p. 26.—Encore cette fois M. Nathorst oublie que le courant assez fort pour entrainer des fragments volumineux, comme ceux qu'il suppose avoir produit ces empreintes, détruirait nécessairement les traces ou du moins effacerait les traits plus fins de la sculpture des Cruziana.

[2] *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. III, 1885, p. 189.

[3] *Étude sur les Bilobites*, pl. XXIV.—*Note sur les échantillons de Bilobites envoyés à l'Exposition géographique de Toulouse. Bull. Soc. d'hist. nat. de Toulouse*, t. XVIII, 1884, pl. I. fig. 1.

déjà touché à ces circonstances dans mes réponses à M. de Saporta, je prends la liberté d'y renvoyer le lecteur, ainsi qu'aux planches accompagnant le présent mémoire»[1].

Il ajoute après quelques lignes les mots suivants:

«Je crois maintenant avoir répondu à toutes les objections émises jusqu'ici contre la nature des Cruziana en tant que traces, et j'espère que tout observateur impartial aura trouvé ces réponses suffisantes»[2].

Ceux qui n'avaient pas sous les yeux le texte de ma note, et qui n'ont pu examiner les planches qui l'accompagnent, les explications données sont sans doute plus que suffisantes; mais ceux qui, ayant connaissance des arguments que j'y ai présentés, exigent qu'une théorie s'adapte à tous les faits qu'elle prétend expliquer, pour qu'elle puisse être acceptée comme vraie, ceux-là trouveront au contraire tout à fait insuffisantes ces explications, qui ont été données, comme il est évident, pour éclaircir des cas bien différents.

Il est un point cependant où je suis pleinement d'accord avec M. Nathorst; c'est quand il suppose que les rivages de la mer silurienne, où l'assise des quartzites s'est déposée, étaient sujets à se couvrir et à se découvrir alternativement, comme s'ils subissaient l'influence des marées. En effet, en décrivant *Cr. Beirensis* nous avons vu que les plaques où se présentent les exemplaires de cette espèce[3], et beaucoup d'autres, montrent les crêtes de quartzite, soudées souvent à la surface des moules de Cruziana, mais ne faisant pas corps avec eux; ces crêtes représentent sans doute le remplissage de fentes de rétraction produites dans la surface du lit d'argile sousjacent, quand cette surface était à découvert, c'est-à-dire, quand elle formait le rivage et avant que la strate de grès subséquente vint la couvrir. Or, dans ces circonstances rien de plus plausible que de supposer que les débris de la végétation marine que les courants et l'agitation des eaux auraient arrachée du fond de la mer, fussent jetés par les flots sur le rivage, comme il arrive de nos jours. La différence dans la force des courants, révélée par la variation des dépôts, alternativement vaseux et sablonneux, *pourrait peut-être* expliquer ce fait.

C'est M. Nathorst lui-même qui se charge d'expliquer comment dans le cas où les restes d'algues eussent été jetés sur le rivage, ils pourraient donner origine à des empreintes analogues à celles qu'il suppose que les Méduses de Lugnås ont produites, et par conséquent se fossiliser de la même manière que celles-ci.

Pour exprimer mon idée, je ne puis mieux faire que de transcrire ses paroles mêmes.

«Les méduses qui, dans les circonstances ordinaires, ne laissent aucune empreinte sur le fond de la mer, ont, dans ces conditions-ci (quand elles se trouvent sur la plage) de fortes chances d'en produire, car elles viennent maintenant peser sur la vase molle de tout leur poids, relativement considérable par l'effet de l'eau qu'elles contiennent. C'est de cette façon qu'ont pu être produites les empreintes de méduses de Lugnås (Suède).

«On comprendra sans peine que les plantes donneront aussi par le même mode naissance à des empreintes; tandis qu'il leur était impossible d'en produire dans l'eau vu que leur poids y était trop insignifiant, il n'en sera plus de même ici. Il est évident, toutefois, que si el-

[1] *Op. cit.*, p. 30.
[2] *Ibid.*, p. 31.
[3] V. *Étude sur les Bilobites*, pl. XXII et XXIII, et aussi la pl. VIII *a* de ce mémoire.

les n'ont pas été dissoutes avant la marée suivante, on n'aura pas d'empreinte en demi-relief, mais une empreinte ordinaire ou en moule[1].

Cependant, la conclusion que les algues ont la plus grande probabilité de conserver leur relief complet, et qu'elles ne pourraient se présenter fossilisées en demi-relief que très exceptionnellement, me semble trop absolue. Il en sera ainsi, quand, l'algue résistant longtemps à la décomposition, un dépôt de même nature que celui sur lequel elle gisait viendra la couvrir; mais si, comme il arrive ordinairement avec les Bilobites, la plante reposait sur un lit d'argile et si elle fut recouverte ensuite par une couche de sable, la fossilisation devrait s'opérer en demi-relief, comme conséquence nécessaire du procédé de fossilisation que j'ai décrit[2], lequel en somme n'est que le mode de fossilisation qui a lieu ordinairement dans les grès.

En décrivant le mode de formation des empreintes de Eophyton, M. Nathorst dit:

«Le rivage où j'étudiai les dites traces pour la première fois (semblables à Eophyton) est si peu profond, que l'eau ne mesure environ 1 mètre qu'à la distance de 200 à 300 mètres de la terre. Les vagues y charrient les algues dans toutes les directions, et quand l'eau baisse, on rencontre des multitudes innombrables de traces de ces végétaux.... Ce phénomène n'est donc pas une exception, et on doit le retrouver sur toutes les plages peu profondes»[3].

Si la plage silurienne était très basse ou presque horizontale, comme le montre le *ripple-mark* que les strates de quartzite présentent en plusieurs points, et si l'eau disparaissait pendant plus ou moins longtemps, en la laissant à sec, pourquoi les algues ne pourraient-elles rester aussi à découvert, si elles vivaient dans l'eau peu profonde? Et si M. Nathorst admet que les plantes jetées sur la plage pourraient produire des empreintes analogues à celles des Méduses de Lugnâs, pourquoi n'admet-il pas aussi, que, cette plage étant couverte de vase, les algues y soient restées sans se décomposer jusqu'à ce qu'une nouvelle marée vint les couvrir, en jetant sur elles une couche de sable, de manière qu'elles ont pu se fossiliser en demi-relief?

M. Nathorst avoue que le demi-relief ne comporte pas toujours une preuve contre la nature organique de l'objet, et qu'il a peut-être attaché trop de poids à cette circonstance dans son premier mémoire[4].

M. Zeiller est du même avis, en disant:

«... je crois que ce mode de fossilisation (en demi-relief), constant pour les traces d'animaux, s'est également réalisé, dans certains cas, pour les organismes végétaux et qu'il ne saurait en conséquence être invoqué comme un argument décisif contre l'origine végétale d'un fossile ainsi conservé»[5].

Et pourtant, malgré cette déclaration qui ne peut être suspecte, et malgré la sienne

---

[1] *Op. cit.*, p. 15.

[2] *Étude sur les Bilobites*, p. 6.

[3] *Op. cit.*, p. 40.

[4] Le demi-relief ne comporte par conséquent pas toujours une preuve contre la nature organique, et j'ai peut-être attaché trop de poids à cette circonstance dans mon précédent ouvrage. *Mais il constitue cette preuve dès que la forme précitée devient la règle et non l'exception* (*Op. cit.*, p. 16).

[5] R. Zeiller. *Observations au sujet de la présentation de l'ouvrage de M. de Saporta*: «Les organismes problématiques des anciennes mers». (*Bull. Soc. géol. de France*. 3e série, t. XIII, 1885, p. 190.)

même, M. Nathorst soutient que le demi-relief des Bilobites donne une preuve en faveur de sa théorie, parce que ce mode de fossilisation ne peut se retrouver dans les plantes marines que très exceptionnellement !

Ces considérations générales étant présentées, nous allons entamer maintenant la partie principale de notre travail,—l'examen des objections que M. Nathorst oppose aux idées que j'ai émises contre sa théorie dans mon travail antérieur. Dans cette partie je serai, comme de raison, très minutieux, et peut-être parfois même un peu prolixe, car je dois suivre pas à pas, une phrase après l'autre, l'argumentation présentée par mon illustre adversaire.

Pour faciliter la comparaison de mes arguments avec les assertions de M. Nathorst, j'emploierai comme titres des différentes questions, les mêmes phrases qu'il a employées, et je les exposerai dans le même ordre.

«Je passerai ici sous silence ce que notre confrère dit de la «fossilisation en demi-relief» par la raison que j'ai montré ci-avant que l'explication de M. de Saporta à l'égard de ce prétendu phénomène ne supporte pas la preuve» [1].

M. Nathorst semble parfois très intéressé à montrer le désaccord de mes opinions avec quelques points établis par MM. de Saporta et Lebesconte; d'autres fois par contre il prétend me rendre responsable des opinions émises par ces savants, comme si nous étions convenus de soutenir certains principes, et que chacun de nous fût solidaire des idées exprimées par les autres. Si mes illustres collègues peuvent bien se passer du secours que je pourrais leur prêter, non avec mes études, qui ont peu de valeur, mais avec la découverte de quelques exemplaires qui pourraient peut-être appuyer par la démonstration pratique quelques idées qu'ils eussent présentées; de mon côté, aussi, je dois déclarer que tout en acceptant comme véritables la plupart de leurs assertions, je puis en discorder sur quelques points. En effet, ce doit être ainsi, puisque j'ai envisagé la question sous un point de vue différent, ce qui a été reconnu par quelques naturalistes, qui m'ont fait l'honneur de lire attentivement mon travail. Je citerai parmi eux le docteur Potonié, de Berlin, qui, dans le «Botanisches Centralblatt», Band XXVII, 1886, n.° 11, s'exprime à cet égard de la manière suivante:

«Ainsi que MM. de Saporta et Marion, l'auteur cherche à démontrer, bien que d'une manière un peu diverse, la configuration à peine unifaciale, en demi-relief, des algues en question, comme étant la conséquence d'une manière spéciale du procédé de fossilisation. L'auteur combat très décidément l'opinion de plusieurs auteurs, que les Bilobites soient *seulement* des traces d'animaux. Indépendamment des arguments présentés dans la partie descriptive, il considère un appui à sa manière de voir, la circonstance que le caractère morphologique des empreintes rapportées à la même espèce est très constant, quoiqu'elles proviennent de localités très éloignées entre elles, où certainement les conditions de la formation des sédiments n'ont pas été les mêmes. En effet, les Bilobites étant considérés comme des traces d'animaux d'après Nathorst

---

[1] *Op. cit.*, p. 53.

(ce que l'auteur cherche à réfuter minutieusement), il serait impossible d'expliquer, par exemple, la ramification que présentent plusieurs espèces, dont les branches paraissent souvent réduites subitement à la moitié de leur diamètre»[1].

Après cette appréciation impartiale, je n'ai pas besoin de répéter que mon argumentation, quoiqu'elle se fonde en général sur celle de M. de Saporta, s'en écarte à cet égard, car je crois nécessaire que les moules de Bilobites aient été produits comme on les voit dans les couches, par suite du procédé fossilisateur que je décris, qui n'est pas précisément le procédé de fossilisation en demi-relief décrit par cet auteur[2].

Le mode de fossilisation des Bilobites est, comme je l'ai dit, analogue à celui de tous les autres fossiles que l'on rencontre dans les grès; cependant comme ces moules se présentent, presque toujours dans la surface des strates de quartzite et en contact avec un lit d'argile, le procédé fossilisateur a varié par ce motif. Selon nous, on ne peut dire que la fossilisation fût en relief entier dans le sens où la comprend M. Lebesconte; on ne peut non plus admettre sans restrictions le système de fossilisation en demi-relief tel que M. de Saporta le décrit. Mon interprétation occupant pour ainsi dire le juste milieu entre ces deux opinions extrêmes, et tenant un peu de chacune, me semble être en parfaite harmonie avec les faits qu'elle prétend expliquer: aussi je la considère toujours vraie.

La preuve que la fossilisation des Cruziana est la même qui s'est opérée ordinairement dans les grès, se trouve dans l'exemplaire de la pl. V, fig. 1. C'est un moule de *Cr. furcifera* entièrement renfermé dans le quartzite, montrant, comme il est naturel, une ornementation moins distincte à la surface, vu la grosseur des grains de quartz qui composent la roche.

Après le passage que j'ai transcrit ci-dessus, M. Nathorst formule contre moi l'allégation suivante, laquelle, comme nous allons le voir, manque tout à fait de fondement.

«*M. Delgado tombe dans l'erreur en croyant qu'une algue gisant dans l'eau soit à même de produire une empreinte distincte sur la vase du fond. La pesanteur spécifique des algues se rapproche tellement de celle de l'eau, que les exemplaires morts qui tombent au fond n'y produisent pas d'empreinte appréciable*»[3].

En décrivant le procédé de fossilisation auquel, je crois, les Bilobites ont été soumis j'ai dit que le corps resterait enseveli dans la vase en vertu de la pression qu'il subirait, déterminée par la couche de sable qui vint le couvrir, ce qui est bien différent de l'idée que M. Nathorst m'a attribué.

---

[1] Die nur einseitige Ausbildung in Halb-Relief der in Rede stehenden Algen sucht Verf. mit Saporta und Marion —wenn auch in etwas anderer Weise— als Folge einer besonderen Art des Vorganges der Fossilisation darzulegen. Dass, wie viele Autorem annehmen, die Bilobiten nur Thierspuren sein sollen, bestreitet Verf. auf das Entschiedenste. Abgesehen von den im beschreibenden Theil gebotenen Argunenten meint er, dass es für seine Ansicht spräche, dass der morphologische Charakter der zu einer Species gerechneten Abdrücke sehr beständig sei, trotzdem die letzteren von sehr entfernten Oertlichkeiten stammten, an denen die Bedingungen der Sedimentbildung gewiss nicht dieselben waren. Es wäre z. B. auch unmöglich, wenn man die Bilobiten, wie besonders Nathorst den Verf. ausführlich zu widerlegen sucht, für Thierspuren nimmt, die von mehreren Arten gezeigte Verzweigung zu erklären, deren Zweige sich in Bezug auf ihren Durchmesser oft plötzlich um die Hälfte reduciren.

[2] «Cette fossilisation *en demi-relief*, qui ne laisse saillante que la moitié du fossile, s'est opérée toutefois d'une manière qui en verité differe du procédé décrit sous ce nom par M. de Saporta». (*Étude sur les Bilobites*, p. 8).

[3] *Op. cit.*, pag. 53.

Pour effacer le moindre doute à cet égard, je vais transcrire textuellement ce que j'ai écrit alors:

«En effet, si l'on s'imagine un corps cylindrique de consistance cartilagineuse, comme celle de quelques-unes des algues actuelles, reposant sur la surface d'une couche de limon consistant, *qu'un banc de sable vienne ensuite à couvrir*, le premier effet que ce corps subira en vertu de la pression graduellement croissante à laquelle il restera soumis, est qu'il sera aplati, et il diminuera de relief jusqu'à ce que la résistance qu'il offre à la pression supérieure égale celle que lui oppose la matière qui l'entoure; mais en supposant que ce corps soit plus résistant que la couche de vase, ce qui arriverait fort probablement avec les végétaux dont il s'agit, le corps s'enfoncera plus ou moins dans cette couche, mais dans la plupart des cas il n'y pénétrera pas entièrement, parce que les pressions latérales qu'il supporte s'y opposent aussi bien qu'à son aplatissement total, lequel s'opérera seulement jusqu'au point où la consistance du corps égale celle de l'argile qui lui est sous-jacente. . . »[1]

A présent je dirai que, si les corps lourds seuls pouvaient laisser leur empreinte dans l'argile, il ne se trouverait pas des moules aussi parfaits que ceux des ailes d'insectes dans les calcaires lithographiques de Solenhofen et dans la formation gypsifère d'Aix, que l'on peut étudier comme s'ils étaient d'espèces vivantes. Cependant, dans les limites mêmes des idées exprimées par M. Nathorst, la valeur de son objection disparaît quand on admet, ce qui est indispensable dans plusieurs cas pour expliquer par exemple le remplissage des fentes à la surface des strates de quartzite, que la mer silurienne ne conservait pas toujours le même niveau, et que, soit par des oscillations lentes du sol, soit par l'existence des marées, les végétaux supposés jetés sur le rivage y restaient exposés étant seulement plus tard couverts par le sable.

1. «*Ces fossiles se trouvent seulement à la surface des couches, et jamais dans l'intérieur, formant un moule complet*»[2].

A l'exemple cité par M. Lebesconte, et que j'ai présenté comme exception à cette règle réputée invariable par les partisans de la théorie des traces, je puis ajouter un autre que notre pl. V, fig. 1, représente. Mais, quoique les exemples de moules de Bilobites renfermés dans le grès soient rarement connus jusqu'à présent, il ne faut pas en déduire qu'ils n'existent pas dans la nature dans une certaine proportion, quoique nécessairement en nombre très inférieur à ceux qui se montrent dans les plans de jonction des couches de schiste et de quartzite. En effet, qui se donnerait la peine de chercher des Bilobites au milieu des strates de quartzite, pour n'obtenir que de rares et de mauvais exemplaires, lorqu'il est facile d'en obtenir de nombreux et de très beaux, à la surface des strates?

Aussi, bien loin de croire que ces rares exemplaires trouvés au milieu du quartzite ne fournissent point d'argument contre l'opinion que les Cruziana soient des traces, j'y vois au contraire la preuve concluante que les formes semblables et parfois identiques que l'on trouve à la surface des strates, ne peuvent pas représenter des traces.

Car, comment prétendrait-on qu'un animal marchant sur un fond de sable aussi gros que le grain du quartzite où cette empreinte se présente et qui atteint jusqu'à 3,5 millimètres

[1] *Étude sur les Bilobites*. p. 6.
[2] *Op. cit.*, p. 53.

de diamètre, traçât des lignes aussi fines que celles de l'ornamentation de cet exemplaire, et que la force du courant nécessaire pour entraîner le sable n'effaçât pas toute de suite la trace faite?!

Par quel motif peut-on supposer, comme le prétend M. Nathorst pour expliquer la formation de ces moules, une suspension de courte durée dans le dépôt, avec le but exclusif et plus que douteux de faire conserver la trace, lorsqu'elle aurait été forcément effacée par le sable qui vint la remplir, puisque la grosseur du grain indique qu'il était entraîné avec une vitesse assez considérable!

Nous voyons dans ce moule précisément la même chose que dans les moules de n'importe quels autres fossiles trouvés en des couches de grès, lesquels sont presque toujours rares, et quand ils paraissent ils sont le plus souvent frustes et engagés dans la masse de la roche.

2. «*C'est toujours dans la face inférieure des couches qu'ils se présentent*»[1].

M. Nathorst avait affirmé dans son ouvrage antérieur que les Cruziana se trouvent toujours à la surface inférieure des couches de quartzite. Dans le mémoire présent il admet qu'ils existent aussi à leur surface supérieure, et pour expliquer ce fait il montre l'exemple d'un crustacé, *Corophion longicorne*, Fabr., qui tantôt ouvre des tunnels dans le sable, tantôt des sillons à sa surface, tantôt enfin produit des traces en relief sur le sable. De cette manière le remplissage ou le moulage de ces traces donnerait naissance soit à un véritable moule en relief complet, soit à un demi-relief à la surface inférieure de la couche ou à sa surface supérieure.

Ce fait étant vrai, ce que nous ne pouvons pas laisser d'admettre, il est évident qu'il ne reste aucune objection à faire *théoriquement* à l'explication proposée; mais il y a très loin d'une explication à la démonstration d'un fait.

D'abord nous remarquerons que les moules des traces de *Corophion* représentés par M. Nathorst[2] sont très étroits, surtout ceux qui ont été produits par l'animal quand il touche le fond en nageant, et ressemblent non à un Cruziana, mais plutôt à un Néréites, c'est-à-dire, ils présentent un sillon médian, longitudinal, compris entre deux cordons, garnis d'empreintes obliques plus ou moins régulièrement disposées, mais ils ne montrent pas les linéaments délicats qui constituent le principal caractère de l'ornementation des Cruziana. En outre il ne faut pas oublier qu'un trou fait dans le sable ou même dans la vase, sous l'eau, est fort peu dans le cas d'être conservé, surtout si son diamètre est relativement grand, comme le sont les dimensions de plusieurs Cruziana, pour lesquels, dans bien des cas, il faudrait en outre supposer qu'ils représentent un tunnel[3].

En vérité, la circonstance d'un sillon ouvert profondément dans la vase, et bien aussi celle d'un tunnel perforant cette strate, ne peut être rattachée aux Bilobites, du moins dans les limites de mes observations. Le lit d'argile est toujours très mince, et en outre il s'adapte plus ou moins aux irrégularités qu'offre le relief des Cruziana à la surface des strates quartzeuses. Si

---

[1] *Op. cit.*, p. 53.

[2] *Op. cit.*, pl. I, fig. 1 et 2.

[3] M. Nathorst déclare (*Mémoire sur quelques traces*, etc., p. 67) qu'un autre crustacé, *Sulcator arenarius*, Bate, fait des trous en forme de tunnel dans le sable, qui s'élève un peu au-dessus du tunnel, sauf au milieu de sa largeur, où il se produit un sillon longitudinal parce que le toit s'abaisse vers l'intérieur.

les Bilobites représentaient des moules de tunnels pratiqués dans ces conditions-là, la surface de la strate d'argile n'en perdrait pas sa régularité, et l'on trouverait des moules épars de Cruziana avec le relief complet, ce que je n'ai jamais observé. Les Cruziana que j'ai rencontrés avec le relief complet, étaient toujours contenus, du moins en partie, dans le quartzite, auquel ils étaient solidement attachés.

A l'observation que j'ai faite, que les ondulations que les Bilobites présentent dans le plan vertical, se cachant en partie dans la roche pour reparaître après avec la même régularité constante de formes, sont une preuve que les Bilobites ne représentent pas des traces, M. Nathorst répond, selon lui victorieusement, en disant qui l'animal tantôt se traînait dans le fond, tantôt nageait, et de là les interruptions dans les moules.

Il faut remarquer pourtant que, quand l'animal plongeait pour se traîner au fond, ou quand il s'élevait pour nager un moment, il touchait toujours si justement la surface de la vase, en entrant et en sortant, qu'on n'observe aucune différence dans l'empreinte laissée dans un point et dans l'autre chez tous les exemplaires que j'ai observés!

Il est sans doute facile de donner cette explication, que nous avions déjà prévue, mais en vérité nous la considérons très peu plausible par les difficultés d'exécution pratique qu'elle entraîne.

La circonstance que les Bilobites se présentent en relief à la surface inférieure de la couche est *une rude pierre d'achoppement*, dit M. Nathorst[1], pour ceux qui voient en eux des végétaux.

Dans notre description[2] nous avons prouvé que non seulement cette circonstance était compatible avec le procédé de fossilisation décrit, mais encore qu'elle est la conséquence nécessaire de ce mode de fossilisation. Nous nous abstenons donc de répéter ce que nous avons dit alors, en remettant le lecteur à cette partie de notre travail.

M. Nathorst a cependant laissé sans explication l'exemplaire figuré dans notre pl. XXXI, fig. 1, où, dans une plaque de quartzite, les caractères superficiels de l'ornementation des Cruziana se montrent reproduits d'une manière inverse. De même, il n'a pas répondu au cas encore plus compliqué du croisement de différents moules de Cruziana se superposant les uns les autres, en conservant leur relief, et surtout quand ils paraissent tordus et déchirés, comme dans l'exemplaire de notre pl. XXIV, ce qui fournit, selon nous, une des preuves les plus concluantes en faveur de l'origine organique des Cruziana.

3. «*Ils ne renferment pas le moindre vestige de substance organique, ni d'aucune substance minérale différente de la masse de la roche où ils sont contenus*»[3].

M. Nathorst dit que j'ai répondu a cet argument avec une citation de M. Archibald Geikie, que l'on rencontre dans les grès du système carbonifère des tiges de *Lepidodendron* et d'autres plantes, où l'on ne découvre aucun vestige de la substance originelle de l'organisme; mais en vérité ma réponse n'est pas fondée sur un simple exemple, mais sur ce que la matière organique ne saurait être conservée en vertu du procédé de fossilisation des Bilobites, qui

---

[1] *Op. cit.*, p. 10.
[2] *Étude sur les Bilobites*, p. 6–8.
[3] *Op. cit.*, pag. 54.

est le même qui a été décrit par le savant Directeur général du *Geological Survey* du Royaume Uni, et qui est surtout applicable aux fossiles contenus dans les grès; aussi il n'est pas extraordinaire que la matière organique ne s'y trouve jamais.

M. Nathorst s'étonne beaucoup de ce que j'aie présenté comme argument contre sa manière de voir à ce sujet, le fait que, la fossilisation des Cruziana se faisant au sein d'une roche excessivement poreuse, la substance organique qu'ils contenaient disparaîtrait nécessairement; il y répond en disant que s'il est des grès où en effet de vrais fossiles végétaux ne montrent aucune substance organique, il en est d'autres où elle se conserve. Mais que peut-on conclure logiquement de celà? Seulement que, dans ce dernier cas, la roche n'était pas assez poreuse pour laisser entraîner toute la substance organique, ou que la filtration s'est faite en conditions qui n'ont pas permis qu'elle fût entièrement emportée.

Voilà tout ce que l'on peut affirmer. Ce qui n'est pas admissible c'est qu'on prétende déduire de ce cas tout particulier que la filtration n'ait pu se faire en entier dans les grès siluriques pour que la substance organique ait disparu totalement, comme c'est d'ailleurs le cas le plus ordinaire de la fossilisation dans les grès.

En effet, l'examen microscopique des quartzites, comme je l'ai indiqué dans la note de la p. 59 *(op. cit.)*, a révélé à mon collègue dans la Commission des Travaux Géologiques M. Alfredo Ben-Saude, que «la roche qui renferme les Cruziana est composée de grains irréguliers de quartz avec des vestiges indubitables de leur nature clastique, et liés ensemble par un ciment argileux ou siliceux de *consolidation postérieure* à l'accumulation des grains de sable».

Il est donc évident que la roche qui contient les Bilobites était excessivement poreuse et la plus propre à faire que l'eau en se filtrant à travers, entraînât la matière organique des fossiles animaux ou végétaux qu'elle renfermait.

D'après ce que je peux juger par la lecture des mémoires que j'ai pu consulter, les exemples qu'offre M. Nathorst d'algues fossiles montrant des vestiges de leur structure intérieure et conservant des restes de matière charbonneuse ont rapport à des exemplaires contenus dans des schistes ou, en général, dans des roches argileuses, par conséquent peu perméables.

La prétention que les algues fossiles doivent montrer toujours des vestiges de leur structure est insoutenable, parce qu'il dépend absolument du mode de fossilisation que ce caractère soit ou non conservé.

Cependant, pour résoudre directement la question j'ai soumis à M. Alfredo Ben-Saude une section d'un moule de Calamites contenu dans le grès du Culm de S. Domingos; on n'a pas découvert dans cet exemplaire le moindre vestige de structure organique, quoiqu'elle fût parfaitement reconnaissable dans des exemplaires de Bussaco provenant des schistes.

Je terminerai la discussion de ce point important en répétant ce que j'ai déjà dit ailleurs[1]:

«La nature de la roche renfermant les Bilobites a donc puissamment contribué à faire disparaître tous vestiges de substance organique, quoique ces fossiles représentent des êtres organisés ayant appartenu très probablement au règne végétal. Par la même cause la coquille des brachiopodes et des acéphales a été aussi détruite dans la même assise de quartzites silu-

[1] *Étude sur les Bilobites*, p. 16

riens, les moules intérieurs de ces fossiles étant tellement incorporés dans la roche qu'ils se brisent presque toujours, sans qu'on puisse les en séparer complets».

4. *Ils ne sont pas séparés de la roche qui les renferme par un enduit de fer sulfuré ou autre qui révèle leur nature organique*[1]».

J'ai répondu à cette question avec un fait d'observation; c'est que plusieurs de nos Bilobites sont couverts d'une enveloppe de schiste rouge très ferrugineux, que nous ne pouvons pas dire si elle représente ou non des vestiges de la partie extérieure des fossiles; mais, même dans le cas négatif, cette circonstance ne serait pas surprenante, vu que la substance organique doit avoir disparu entièrement, comme conséquence nécessaire du procédé de fossilisation.

M. Nathorst, en copiant seulement une partie de mes considérations fait croire peut-être que j'accepte comme valable la proposition, que je trouve d'ailleurs être d'une importance secondaire, puisqu'on voit fréquemment dans les couches de divers systèmes géologiques les moules de fossiles si intimement engagés dans la roche, que seule l'action prolongée du temps les rend visibles et permet qu'ils s'en séparent.

5. «*Enfin, lorsque deux de ces moules se croisent, on voit ordinairement l'un d'eux comme coupé au point de contact*[2]».

M. Nathorst, charmé avec raison du résultat de ses expériences, dans lesquelles il est en effet parvenu à reproduire très ingénieusement des cas divers de croisements de Bilobites, a cru pouvoir s'abstenir de répondre aux objections très sérieuses que je lui ai présentées; il dit tout simplement qu'il n'a pas besoin d'examiner ma réponse sur cette question parce que mes objections coïncident avec celles de M. de Saporta, qu'il avait déjà réfutées antérieurement.

Qu'il me soit cependant permis de lui dire que cette manière de s'exprimer n'est pas rigoureusement exacte.

Dans ma réponse j'ai touché plusieurs points qui n'avaient pas encore été considérés antérieurement, et qui mériteraient bien d'être discutés par quiconque ne veuille pas encourir le reproche d'obéir à une idée préconçue, et qui ait (ce dont je ne peux douter dans le cas présent) un très vif désir de trouver la vérité. Ainsi, je n'ai notice d'aucun exemplaire comme celui que j'ai fait représenter dans ma pl. XXIV[3], auquel j'ai parfois fait allusion, où l'on voit trois moules de *Cruziana Goldfussi* se croisant dans le même point, se superposant avec leur relief presque complet, mais écrasés, tordus et déchirés au point de croisement.

Pour ne pas insister sur d'autres exemplaires que nos planches représentent, nous demanderons comment est-il possible que des traces aient été formées dans ces conditions-là, et comment les moules obtenus, après qu'ils furent remplis, pourraient se tordre, se déformer, s'étendre, s'aplatir et s'interrompre, comme la figure citée le montre si clairement?

Comment peut-on aussi expliquer sans trop d'effort, dans l'hypothèse des traces, le croisement de deux Cruziana en plans différents, divergeant l'un de l'autre, comme le montre la

[1] *Op. cit.* p. 54.

[2] *Ibid.*, p. 55.

[3] Cet exemplaire est le même qui a été représenté dans ma *Note sur les échantillons de Bilobites envoyés à l'Exposition Géographique de Toulouse* insérée dans le t. XVIII du *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 1884.

pl. XXVI, fig. 1? Enfin, comment expliquer la torsion et le déchirement du moule de *Cruziana* cfr. *Goldfussi*, laissant voir à travers la striation de *Cr. Beirensis*, qui s'est superposée après à celui-là, comme nous le montre si distinctement notre pl. XXVII, dans laquelle (il est inutile de le répéter) le crayon du dessinateur n'est pas intervenu, et dont le cliché n'a reçu la moindre retouche?!

Il est vrai que M. Nathorst a reproduit avec une grande netteté plusieurs moules semblables sur la même plaque, c'est-à-dire, à la même surface; mais il est aussi certain que des empreintes comme celles-là ne se produisent pas dans la nature avec autant de facilité. Pour ne pas citer un géologue contraire à la théorie des traces, je transcrirai d'un travail de M. Desnoyers, cité par M. Nathorst, le passage suivant[1]:

« . . . quand plusieurs animaux ont traversé en différents sens les mêmes surfaces, il en est résulté une confusion assez grande et une apparence de trépignement, telle qu'on l'a généralement observée dans les grès triasiques».

Ce n'est pas donc une observation sans fondement, que, si plusieurs traces s'étaient croisées dans un petit espace, les dernières effaceraient ou du moins confondraient inextricablement celles qui auraient été produites auparavant, ce qu'on n'observe jamais sur les plaques de quartzite, souvent couvertes d'innombrables moules de Bilobites.

Ayant répondu aux objections faites aux cinq questions capitales sur lesquelles est fondée la thèse infaillible pour M. Nathorst, que les Bilobites représentent uniquement et exclusivement des traces d'animaux, le savant phytologiste discute quelques autres assertions que j'ai presentées et dans cette partie. je me permets de le dire, je suis parfois traité avec moins de générosité par mon illustre adversaire, peut-être parce qu'il ne lui était pas toujours facile d'opposer des arguments valables aux conclusions où je suis arrivé, d'ailleurs toujours déduites rigoureusement des prémisses que j'avais établies.

Ainsi, il trouve extraordinaire cette objection[2], que je considère toujours très naturelle et d'une grande valeur;—c'est que les restes de Trilobites (auxquelles M. Nathorst attribuait les *Cruziana* quand j'ai écrit mon mémoire) se trouvant dans des niveaux supérieurs et inférieurs aux couches à Bilobites dans la même assise de quartzites, on n'a jamais découvert dans ces couches des restes des individus qui auraient produit ces traces supposées. M. Nathorst répond à cette objection tout simplement, en disant que l'absence de Trilobites dans ces couches «prouve justement que les couches à Cruziana *ne se prêtent pas* à la conservation de restes de crustacés![3]» mais seulement il ne dit par pourquoi elles ne se prêtent pas à la conservation

[1] J. Desnoyers. *Sur des empreintes de pas d'animaux dans le gypse des environs de Paris et particulièrement de la vallée de Montmorency.* (Bull. Soc. Géol. de France, 2e série, t. XVI. 1859. p. 941).

[2] Ici, car nous avons vu plus haut M. Nathorst se servir de ce même argument pour prouver que les Trilobites n'ont pas produit les traces, qui par leur remplissage ont donné naissance aux Cruziana. (Cfr. *Nouvelles observations sur des traces d'animaux*, etc. p. 32).

De plus, en discutant avec M. de Saporta sur l'origine probable des Eophyton, il dit (*Ibid.*, p. 42. note):

«M. de Saporta fait ressortir la possibilité que si Eophyton est une trace, il est peut-être dû à des Trilobites. L'horizon auquel Eophyton se présente principalement en Suède *est toutefois considérablement antérieur aux couches dans lesquelles on a trouvé les plus anciens Trilobites*, et il est peut probable que des crustacés puissent donner naissance à des traces pareilles».

[3] Cette objection est très extraordinaire, car l'absence des Trilobites dans les couches qui contiennent les Cru-

de ces animaux, en se prêtant au contraire à la conservation si parfaite des traces qu'ils ont produites.

S'il est un système géologique caractérisé par une faune déterminée, et si l'on voit les mêmes fossiles animaux en deux niveaux différents, est-ce à tort que l'on demande pourquoi à un niveau intermédiaire, où l'on prétend que ces animaux ont laissé les traces de leur passage, on n'en trouve pas le moindre vestige?

Si, en outre, dans la même assise de quartzites (de la base du système silurique) quelques-unes des couches renferment des restes de Trilobites, sans qu'on n'y découvre le moindre vestige de Bilobites, et que d'autres couches, de caractères lithologiques identiques à celles-là, renferment, au contraire, des Bilobites sans le moindre vestige des dits crustacés, n'y a-t-il pas raison de douter qu'ils aient les uns et les autres la même origine? Une simple affirmative, qui ne s'appuie sur aucune donnée d'observation, peut-elle détruire la régularité des lois naturelles, en permettant qu'en des couches de caractères identiques apparaissent dans les unes les restes des animaux qui produiraient les traces, celles-ci n'étant pas observables, et dans les autres les traces sans d'autres vestiges des animaux qui les ont produites?[1]

Cependant M. Nathorst ajoute encore une autre raison. Ces traces ont été produites non pas par des Trilobites, comme il avait dit dans son premier mémoire, mais par des crustacés munis d'une carapace plus molle. «Il serait donc absurde d'exiger que cet animal se fût conservé dans des couches où les restes de Trilobites à carapace dure n'ont pu se conserver»[2].

Voilà précisément la proposition qu'il fallait démontrer, et pourtant M. Nathorst n'hésite pas à s'en servir, comme si elle était un point résolu et indiscutable!

Par une conception purement hypothétique M. Nathorst croit qu'il a existé un animal à carapace plus molle que les Trilobites; ceux-ci ne se trouvent pas dans les couches où paraissent les traces supposées; donc on ne pourra pas y trouver des restes de l'animal qui les a produites! Maintenant, dis-je, cette argumentation ne sera-t-elle pas plus extraordinaire que la remarque que je me suis permis de faire, et qui a tant déplu à mon illustre adversaire?!

En se rapportant aux observations du docteur Kjellman, auxquelles j'ai fait allusion pour prouver que ces allégations n'étaient rigoureusement applicables aux Bilobites, j'ai été malheureusement incompris et jugé à la fois avec une sévérité, peut-être imméritée, qui assurément n'était pas dans l'esprit de mon respectable adversaire. Pour qu'on puisse juger impartialement cette question, je crois à propos de transcrire intégralement le passage auquel je me rapporte.

«Les remarques de M. Delgado sur ce que j'ai dit d'après M. le professeur Kjellman, savoir que les algues ne peuvent pas vivre sur du sable fin ou sur un fond d'argile, par la

ziana, tandis qu'ils sont communs dans les couches sus-jacentes et sous-jacentes, prouve justement que les couches à Cruziana *ne se prêtent pas* à la conservation de restes de crustacés». (*Op. cit.*, p. 55).

[1] Outre l'exemple que j'ai indiqué (*Étude sur les Bilobites*, p. 20, note) d'une couche de quartzite de l'assise à Bilobites de Bussaco renfermant des restes de *Calymene Tristani* sans qu'on n'y découvre le moindre vestige de Cruziana, tandis que dans les couches avec les mêmes caractères lithologiques qui renferment ces fossiles, on ne découvre pas le moindre vestige de Trilobites; je dois remarquer aussi que dans le système silurique inférieur du Portugal il y a non seulement l'assise de quartzites à Bilobites, qui forme la base du système, mais encore à mi-hauteur de ce système un autre groupe de quartzites, que, d'après leur facies minéralogique, l'on distingue très difficilement des premiers, dans lesquels on n'a encore découvert le moindre vestige de Bilobites, ni d'aucune espèce de fossiles animaux ou végétaux. On voit donc que la composition de la roche n'a aucun rapport avec la nature intime de ces fossiles.

[2] *Op. cit.*, p. 55.

raison qu'elles y manquent d'objets où elles soient à même de se fixer, et que par conséquent il leur est impossible de résister à l'agitation de l'eau produite par le mouvement des vagues, ces remarques me paraissent faire preuve d'une ignorance complète de la nature des algues. Vivantes, elles ont à peu près le même poids spécifique que l'eau, ou même un poids spécifique inférieur, et par cette raison (naturellement à l'exception des algues calcaires incrustées), elles viennent flotter à la surface dès qu'elles sont arrachées à leur point d'attache[1]».

Si les algues ont le même poids spécifique que l'eau, ou même un poids spécifique inférieur, comme le dit M. Nathorst, cela n'empêche pas, mais plutôt favorise leur transport à des distances plus ou moins grandes; elles pourraient alors être jetées sur la plage, et se trouveraient dans les conditions les plus favorables pour pouvoir se fossiliser selon le procédé que nous avons décrit. En outre, quoiqu'elles soient peu lourdes, elles ne manqueront pas de se précipiter dans le fond, pourvu qu'elles soient enveloppées dans un tourbillon de sable, ou lorsque par quelque circonstance elles soient entraînées par un corps plus lourd.

De cette manière ces deux cas où les Bilobites semblent se présenter sont d'accord avec la fossilisation de plantes marines.

Mais il ne s'agissait pas de savoir si les algues peuvent ou non se fixer dans un fond de sable fin ou d'argile, bien que dans les paroles mêmes de M. Nathorst j'aie rencontré la justification d'un tel doute[2]. Ce que j'ai dit c'est que «Si les algues ne pouvaient se fixer sur un fond de sable, parce qu'elles ne sauraient résister au choc des vagues, des traces d'animaux quelconques pourraient encore moins se conserver dans les mêmes circonstances»[3].

Par conséquent, ce dont il s'agissait c'était de concilier l'idée que les Bilobites ne peuvent être des algues parce que sur un fond de sable ils ne pourraient point résister à la force des courants, et à la fois prétendre que ces courants ne détruiraient pas les traces qui se fussent formées sur la surface même du sable!

Mais puisque M. Nathorst a mis la question sur un autre terrain, nous allons le suivre et nous analyserons un à un les arguments qu'il présente.

On doit en effet conclure des citations du docteur Kjellman, que les algues marines sont ordinairement très rares dans un fond formée de sable meuble ou d'argile; cependant il n'en est pas moins certain que les algues et d'autres plantes marines peuvent quelquefois se fixer dans un fond sablonneux.

«Les plantes marines, dit M. Harvey, qui occupent des plages sablonneuses, ne sont pas nombreuses, quoique on puisse souvent recueillir une grande variété de belles espèces sur le rivage après une bourrasque. Celles-ci proviennent d'eaux plus profondes, soit où le sable est plus ferme et compacte que sur la plage, soit où des masses de rochers interrompent sa continuité et offrent un emplacement pour une colonie d'algues. Il y a cependant une plante marine, l'unique exemple d'une plante florifère habitant les mers britanniques, laquelle forme souvent des prairies sous-marines étendues sur des plages sablonneuses. C'est le *Zostera marina* dont les tiges rampantes, s'enracinant par des nœuds, la disposent admirablement pour s'établir sur le sable meuble, et pour former le nucléus d'un sol où d'autres plantes puissent végéter. Ses

[1] *Op. cit.*, p. 55.

[2] «... les algues se rencontrent presque exclusivement sur un fond solide de roche ou de gravier, et non — sauf exceptionellement — sur le sable et l'argile (*Mémoire sur quelques traces*, etc., p. 93).

[3] *Étude sur les Bilobites*, p. 17

feuilles très longues et rubannées, d'un vert brillant et d'un lustre satiné, ondulant au gré de l'eau, servent d'abri et de nourriture à une légion d'animaux et de plantes marines» . . . .

«Sur quelques plages sablonneuses, il y a des algues marines à racines beaucoup plus étendues,—racines ressemblant à celles des herbes qui couvrent les dunes, et qui pénètrent à une profondeur considérable dans le sable, se ramifiant en tous sens et formant un lit compacte de fibres et un fondement solide pour la végétation. De telles racines sont évidemment dues à la nature du sol, sur lequel la plante croît et n'auraient pas raison d'être sur un fond de roche»[1].

La même idée est exprimée par d'autres naturalistes, principalement par le docteur Hartwig[2], par MM. de Lapparent[3] et Fischer[4], et se trouve dans tous les livres que j'ai consultés, où est décrite la vie marine près des côtes ou des contrées littorales.

Le savant auteur du *Manuel de conchyliologie*, dit:

«Cette zone (des Laminaires) s'étend jusqu'à 27 ou 28 mètres de profondeur. Sur les côtes rocheuses les laminaires *(Laminaria digitata)* abritent une foule de mollusques herbivores . . . Sur les côtes sablonneuses ou vaseuses les Laminaires sont remplacées par des Zostères *(Zostera marina)* et des Posidonies *(Posidonia Caulini)*, qui forment de véritables prairies sous-marines dont la population malacologique est très riche.»

Mais en prétendant même (ce que, vu les citations que nous venons de faire, on n'a pas le droit d'exiger) que les anciennes algues n'ont pu vivre dans un fond de sable, si l'on s'imagine un rivage étendu avec très peu d'inclinaison, comme le serait plausiblement celui de la mer silurienne où ont été déposés les quartzites à Bilobites, rien n'empêche que plus ou moins loin du bord les algues eussent rencontré un fond ferme, où elles aient pu se fixer. Nos rivages actuels ne sont-ils pas couverts de sable, entrant dans la mer jusqu'à de grandes distances en plusieurs points de la côte et cependant les algues n'existent-elles pas dans la zone littorale, et ne sont-elles pas jetées sur la plage en si grande quantité qu'on en profite pour servir d'engrais à la terre jusqu'à des distances considérables vers l'intérieur?

Je me crois donc à bon droit de pouvoir conclure, non par mes propres observations (parce que je ne suis pas phytologue, encore moins algologue), mais par les renseignements puisés dans de véritables autorités sur la matière, que si les algues ou en général les plantes

---

[1] The marine plants which occupy sandy shores are not numerous, though a great variety of beautiful kinds may often be picked up on the beach after a gale. These come from deeper water, either where the sand is more firmly compacted than on the shore, or where masses of rock interrupt its continuity, and afford a site for a colony of sea-weeds. One marine plant, however, the only British instance of a flowering plant inhabiting the sea, frequently forms extensive submarine meadows on sandy shores. This is the Grass Wrack (*Zostera marina*), whose creeping stems, rooting at the joints, admirably fit it for establishing itself on loose sands, and forming the nucleus of a soil in which other plants may grow. Its long, riband-like leaves, of a brilliant green colour and satiny lustre, waving freely in the water, afford shelter and nourishment to a host of marine animals and plants» . . . .

«On some sandy shores, there are sea-weeds with much more extensive roots,—roots that resemble those of grasses which cover sand-downs, extending to a considerable depth in the sand, branching out in every direction and forminб a compact bed of fibres, and a firm foundation for the vegetation. Such roots are obviously induced by the nature of the soil on which the plant grows, and would be superfluous on a rocky bottom.» (W. H. Harvey, *The sea-side book*, London, 1887, p. 81 et 86).

[2] G. Hartwig, *The sea and its living wonders*, 2d ed., London, 1861, p. 300.

[3] De Lapparent, *Traité de géologie*, p. 120.

[4] P. Fischer, *Manuel de conchyliologie*, Paris, 1881, p. 183–184.

marines ne vivent pas ordinairement dans un fond de sable, car selon leur conformation habituelle elles n'y trouveraient pas moyen de se fixer facilement pour résister aux courants et à l'agitation de l'eau due au mouvement des vagues, on ne peut pas affirmer que les fonds de sable soient toujours dépourvus de végétation, ce que l'on pourrait déduire de cette phrase de M. Nathorst[1]:

«Et le fait même que les algues actuelles brillent par leur absence sur les fonds de la nature indiquée, est une circonstance trop connue de tous les botanistes pour pouvoir être l'objet du moindre doute. Les dubitations de M. Delgado à cet égard sont par conséquent parfaitement injustifiées»[2].

Nous arrivons maintenant à l'examen d'une des objections les plus étranges, au moyen de laquelle M. Nathorst croit avoir détruit mon argumentation par sa base, et qui n'a cependant pas plus de force que les arguments que nous avons discutés.

Le savant phytologiste dit:

«Notre confrère émet ensuite l'opinion que les traces d'animaux n'ont aucune chance d'être conservées sur les rivages peu profonds, par la raison que l'action des vagues les détruirait bientôt. Or, comme M. Delgado a constaté la présence de *ripple-marks* dans les mêmes couches que celles où les Cruziana sont communes, il prétend que cette coexistence constituerait aussi une preuve que ces dernières ne sont pas des pistes. Cette objection est assez étrange»[3].

J'ai présenté un argument que je crois encore très fort pour prouver que les Bilobites ne peuvent pas être des traces; c'est le fait qu'il se rencontre fréquemment, dans le même groupe de couches où ces fossiles sont le plus abondants, un *ripple-mark*, qui tantôt forme de larges ondulations ayant plus de $0^{m},1$ de largeur, tantôt forme un ridement étroit où les sillons sont espacés à peine de $0^{m},01$ et encore moins.

Or, les *ripple-marks* étant dûs aux vibrations que l'eau éprouve dans la propagation des ondes[4], il est évident que ces vibrations effaceraient les traces qui eussent été formées dans la même surface, ou du moins les useraient, en détruisant la netteté primitive.

A cette observation que M. Nathorst considère *assez étrange*, il répond avec l'assertion que les couches contenant des pistes de *Cheirotherium* offrent aussi des *ripple-marks*, ainsi que d'autres phénomènes révélant un fond bas ou un rivage.

Nous allons contrôler la valeur de cet argument.

Sans contester cette observation, je dois d'abord remarquer que les empreintes de *Cheirotherium* ne furent pas formées sous l'eau; des empreintes aussi nettes et aussi profondes, dit Lyell[5], n'ont pu être tracées que par des animaux seuls marchant sur un sol découvert, car le poids de leur corps n'eût pas été suffisant pour les produire au fond des eaux.

[1] On peut tirer la même conclusion de la citation du docteur Kjellmann, à laquelle M. Nathorst fait allusion. En effet Kjellman dit:

«On sait depuis longtemps qu'une végétation d'algues fait *presque* complètement défaut dans les parties de la mer où le fond est formé de lits de sable, d'argile et de sédiment.» (*Mémoire sur quelques traces*, etc., p. 93).

[2] *Op. cit.*, p. 55.

[3] *Ibid.*, p. 55–56.

[4] De Lapparent, *Traité de géologie*, Paris, 1883, p. 169.

[5] Ch. Lyell, *Manuel de géologie élémentaire*. Traduit de l'anglais par M. Hugard, 1857. Tome II, p. 33 et 35.

En outre, dans les empreintes de ce même animal découvertes dans une carrière à Storton Hill[1], en cinq lits superposés d'argile, séparés par des lits de grès, M. Cunningham a observé sur les mêmes surfaces des vestiges très distincts de gouttes de pluie, ce qui confirme l'observation précédente.

Or, les Bilobites étant, selon l'hypothèse de M. Nathorst appuyée par M. Munier-Chalmas et plusieurs autres géologues, des moules de traces formées sous l'eau, la comparaison faite avec les pistes de *Cheirotherium* ne peut pas être acceptée. Mais, si pour un moment on voulait admettre que des empreintes semblables à celles-ci pouvaient se former sous l'eau, on ne saurait comparer des empreintes unies de 10 à 20 centimètres de diamètre à celles des Cruziana qui ont des détails si compliqués d'ornementation, comme ceux que représentent plusieurs de nos planches, pour qu'on prétende que, puisque les moules de celles-là se montrent parfaits, celles-ci auraient dû aussi se conserver avec la même netteté.

Pour prouver encore combien il est difficile que ces empreintes se fussent conservées sous l'eau, quand même elles eussent été formées à sec dans les conditions les plus favorables, nous allons transcrire d'un ouvrage récent les observations y consignées par un savant géologue, dont l'autorité et l'impartialité dans cette question ne peuvent nullement être révoquées en doute.

M. Struckmann, en décrivant les traces de *Ornithoidichnites* du grès de Hastings de Bad Rehburg, dans le Hanovre, dit qu'elles paraissent non rarement auprès de légères ondulations *(ripple-marks)* à la surface de la roche, laquelle montre aussi des fentes produites dans la vase endurcie.

«Les empreintes laissées par les pieds de l'animal, dit M. Struckmann, sur la surface vaseuse assez consistante, sans doute, de l'ancienne plage, ont été remplies par une pâte arénacée, laquelle après l'exhaussement du sol ou la retraite des eaux wealdiennes, s'est endurcie en un grès très compact, un peu argileux. Dans cette contre-empreinte les moules des pas sont admirablement conservés formant relief, quoique plusieurs détails du pied soient mieux conservés dans les empreintes de la plaque inférieure, lesquelles correspondent en général aux moules de l'autre plaque».

Et il ajoute ensuite:

«Il est inutile de dire que quelques-unes des traces *ont changé de forme par l'action de l'eau* et par l'effet des pressions latérales; souvent aussi les traces se croisent, se pénétrant ou simplement se superposant: il y a même des cas où de véritables cavités se sont formées, lorsque l'animal s'est arrêté plus longtemps, s'enfonçant par conséquent davantage dans la vase de la rive. On voit en même temps des fentes et des interruptions dans la vase qui s'est graduellement endurcie, et auxquelles correspondent des crêtes sur les contre-empreintes. On observe ici, comme en Angleterre, une légère ondulation *(ripple-mark)* produite par les vagues en différents points[2]».

---

[1] Ch. Lyell, *Op. cit.*, p. 32.

[2] «Die Eindrücke, welche die Füsse des Thieres auf dem offenbar ziemlich festen und zähen Schlammboden des damaligen Gestades hinterlassen haben, wurden von einer sandigen Masse ausgefüllt, welche später nach der Hebung oder nach dem Zurückweichen der Wealdengewässer zu einem sehr harten, etwas thonigen Sandsteine erhärtete. Auf dieser Gegenplatte haben sich nun die in Relief erscheinenden Abgüsse der Fussfährten vortrefflich erhalten, wenn auch manche

On voit donc que les circonstances décrites sont très différentes de celles que M. Nathorst considère pour son hypothèse, et cependant malgré que ce sont des empreintes profondes et formées dans de la vase consistante, le mouvement de l'eau a altéré la forme de quelques-unes.

On peut en effet concevoir que des traces formées au fond de la mer, à une grande profondeur, hors de l'action des grands courants, ou bien où l'eau reste stationnaire, soient reproduites avec la plus grande fidélité en moules de sable entraîné par les courants supérieurs et lentement précipité dans le fond; mais ce n'est pas le cas avec les couches à Bilobites, qui révèlent une formation littorale et des dépôts formés sous l'action de courants plus ou moins forts, ce qui est indiqué, entre autres preuves, par le *ripple-mark* que présentent plusieurs couches de grès[1].

Mais il faut encore remarquer que quant aux traces de *Cheirotherium*, qui avaient été formées sur le rivage à découvert, on a bientôt reconnu l'animal qui a dû les produire[2], tandis qu'à l'égard des Bilobites, que l'on prétend avoir été des traces formées sous l'eau, c'est en vain qu'on cherchera dans toute la faune silurique comme le crustacé auquel elles appartiennent; et pourtant, dans le second cas, la découverte aurait dû être plus facile, vu l'abondance extraordinaire d'exemplaires de Bilobites, qui n'a aucune comparaison avec le nombre des pistes de *Cheirotherium*.

De même, dans la description, citée par M. Nathorst, des empreintes de pistes d'animaux découvertes dans les couches gypseuses de la vallée de Montmorency[3], l'illustre naturaliste verrait que ce furent les couches les plus riches en os d'animaux qui ont fourni à M. Desnoyers les pistes ou vestiges du passage de ces animaux, ce qui d'ailleurs devrait naturellement arriver.

Enfin, je dois ajouter à ce sujet l'observation que plusieurs de nos plaques de quartzites à Bilobites, surtout celles de la serra do Penedo de Goes, montrent, comme les plaques du grès triasique avec des empreintes de *Cheirotherium*, plusieurs crêtes saillantes, qui passent quelquefois sur les exemplaires de Cruziana, et qui représentent visiblement le remplissage de fentes qui se seraient produites dans l'argile pendant qu'elle était à découvert, et avant que les restes de la végétation marine, qui ne se sont fossilisés qu'après, aient été jetés sur cette argile.

Peu satisfait encore des triomphes obtenus contre ma faible argumentation, M. Nathorst

Einzelnheiten des Fusses auf den Eindrücken der unteren Platte, die regelmässig mit den Abgüssen der Gegenplatte correspondiren, besser erhalten sind».

«Selbstverständlich sind einzelne Fährten durch die Wirkungen des Wassers und durch den seitlichen Druck in ihrer Form verändert; auch greifen die Fussabdrücke manchmal in-und übereinander; ja an einzelnen Stellen sind förmliche Löcher entstanden, an denen das Thier länger verweilt hat und tiefer in den Uferschlamm eingesunken ist. Daneben sind Risse und Sprünge, welche in dem erhärtenden Schlamme entstanden sind, auf den Gegenplatten als entsprechende Erhöhungen sichtbar; auch ist ein sanfter Wellenschlag (ripple-marks) hier wie in England an einzelnen Stellen wahrnehmbar». (*Die Wealden-Bildungen der Umgegend von Hannover*, 1880, p. 97).

[1] «This ripple is not entirely confined to the beach between high and low water-mark, but is also produced on sands which are constantly covered by water.

«The ripple-mark is usually an indication of a sea-beach, or of water from 6 to 40 feet deep, for the agitation caused by waves even during storms extends to a very slight depth. To this rule, however, there are some exceptions, and recent ripple-marks have been observed at the depth of 60 or 70 feet.» (Ch. Lyell. *Elements of geology*. 2d edition, 1874. p. 22).

[2] R. Owen. *Palæontology*, p. 164.—Ch. Lyell. *Elements of geology*, p. 361.

[3] *Bull. Soc. géol. de France*. 2e série, t. XVI, 1859, p. 938.

formule contre moi l'accusation la plus inattendue et la plus extraordinaire, savoir: que je veux placer les Cruziana parmi les organismes de l'époque actuelle[1].

Je dois protester contre l'assertion peu exacte que renferment ces paroles; et je demanderai à mon illustre adversaire qu'il cite le passage où j'ai exprimé une telle idée. Ce que j'ai dit, c'est que, ne pouvant reconnaître les analogies des Bilobites avec aucun groupe d'animaux connus, tout en étant forcé de les accepter comme organismes, j'étais naturellement porté à les rapprocher des plantes marines.

Pour qu'il ne reste pas le moindre doute à cet égard, je vais transcrire textuellement les considérations que j'ai présentées alors (p. 18).

«Comme il est prouvé indubitablement, selon moi, par les considérations précédentes, que les Bilobites ne peuvent être des moules d'empreintes mécaniques d'animaux se traînant sur le fond de la mer ou pénétrant dans le sable et qu'il faut donc les considérer comme des organismes, il reste pourtant à savoir s'ils sont des moules de végétaux d'une organisation inférieure, comme plusieurs géologues l'ont avancé. . . . ou si quelques-uns du moins appartiennent au règne animal. . . .

«Pour ce qui regarde leurs affinités avec quelqu'un des groupes d'algues connues dans les mers actuelles, je ne saurais ajouter un mot à ce qu'on dit les éminents paléo-phytologistes qui ont étudié cette question et auxquels de bon droit il appartient de la résoudre; mais ce que je crois hors de doute, en présence des preuves ici produites, c'est que les Bilobites représentent des formes corporelles, c'est-à-dire des organismes qui par leur analogie avec la nature vivante se rapprochent en général des Thalassophytes ou plantes marines, et ne sont pas, comme on l'a prétendu, des empreintes mécaniques».

Contrairement à ce que M. Nathorst affirme, j'ai formellement déclaré (p. 3) que «je reconnaissais mon insuffisance pour traiter dûment la question». Cependant, par les observations répétées que j'ai faites à la campagne et par l'étude des exemplaires qui composent la nombreuse collection de Bilobites appartenant au musée de notre Commission Géologique, je crois pouvoir soutenir que la théorie des traces, dans l'état actuel de nos connaissances, n'est pas acceptable pour expliquer la formation des moules de Bilobites, parce que, pour qu'elle puisse être admise comme véritable elle devrait d'abord rendre compte de tous les faits que j'ai signalés et qui, malgré les déclarations contraires, sont restés jusqu'à présent sans explication.

M. Nathorst peut m'accuser d'avoir la prétention de tenir pour indestructibles quelques arguments, lesquels à ses yeux n'auront peut-être aucune valeur; mais ce dont il ne m'accusera pas assurément c'est d'avoir affirmé que la vérité est de mon côté, ou, pour employer la phrase même de M. Nathorst, que j'ai la certitude que l'avenir m'appartient[2]. Non, l'avenir n'appartient à personne; et de mon côté je n'hésite pas à déclarer que ma conviction profonde à l'égard de l'origine organique de ces fossiles peut être changée demain en doute, ou plus tard même en conviction de l'idée opposée, lorsque les objections que j'ai présentées, qui ne sont pas, ce me semble, ni peu nombreuses ni peu importantes, soient détruites ou réfutées d'une façon satisfaisante.

---

[1] «Nous ne croyons pas avoir besoin d'accompagner cette assertion de commentaires, tout aussi peu que d'examiner les efforts de notre confrère pour ranger les Cruziana parmi les organismes de l'époque actuelle. . .» *Op. cit.*, p. 56

[2] *Op. cit.*, p. 49.

Je reconnais le premier que la question est encore loin d'être résolue définitivement; et elle ne le sera pas tant que des arguments valables subsisteront en faveur de l'une ou de l'autre théorie.

Il est à présumer que, comme il arrive souvent, la vérité se trouvant loin des deux extrêmes, ni tous les fossiles problématiques observées dans les quartzites siluriens ne seront exclusivement des pistes, ni toutes les formes qui ont été indiqués comme des algues par les partisans de la théorie opposée ne pourrant être regardées comme telles. Dans les limites des observations faites, je suis incliné à admettre, comme je l'ai déjà exprimé dans mon étude précédente, que certaines formes bilobées unies, que j'ai rassemblées provisoirement sous le nom de *Fraena*, et peut-être aussi quelques-unes de celles qui ont été réunies aux *Rhysophycus*, lesquelles ont une ornementation très simple, et *se présentent très rarement* dans les strates de quartzite, représentent des traces, quoiqu'il subsiste la difficulté de savoir quels animaux les ont produites. Cependant je suis fermement convaincu que cette hypothèse ne saurait être appliquée aux autres formes que j'ai décrites, surtout aux véritables Cruziana, qui présentent une ornementation si compliquée, et pour lesquels on peut indiquer dans plusieurs exemplaires les différents degrés de croissance de chaque espèce, leurs moules étant en outre très abondants.

Et si nous insistons sur l'abondance relative des exemplaires pour établir cette différence, que l'on comprenne bien que ce n'est pas parce que nous croyons que des traces n'aient pu se produire abondamment au fond de la mer, ou sur les rivages, à une époque géologique quelconque; nous en avons la preuve même en Portugal dans les schistes du système silurique à Barrancos; mais ce que nous ne pouvons pas admettre c'est que ces traces se soient formées dans des conditions telles qu'elles fussent conservées inaltérablement, tandis que la faune variée qui les aurait produites eût tout à fait disparu sans laisser d'autres vestiges de son existence. Nous ne pouvons pas non plus accepter la comparaison que M. Nathorst fait des traces qui jusqu'à présent ont été découvertes dans des couches de différents systèmes, en les assimilant en quantité et en perfection aux moules de Cruziana, qui couvrent entièrement la surface de certaines strates; encore ne croyons-nous pas que les conditions qu'offraient les rivages argileux et le fond de la mer pour la formation et la conservation des traces, fussent plus favorables que celles le que M. Nathorst a préparées dans son laboratoire pour obtenir les moulages qu'il a fait connaître au monde scientifique.

Une autre assertion du savant phytologue, à laquelle nous ne pouvons pas nous empêcher de répondre, est la suivante:

« . . . *il est évident, et cela a été confirmé par l'expérience, que les pistes de la même espèce animale* doivent être analogues sous l'empire des mêmes conditions extérieures. . . »

En ajoutant plus bas, dans la même page:

« . . . *les mêmes animaux doivent nécessairement produire les mêmes espèces de traces sous l'empire des* mêmes *circonstances, cela tout au plus avec les faibles variations qu'offrent les Cruziana rapportés à la même espèce*»[1].

Pour répondre à cette affirmative je regrette vraiment de ne pouvoir offrir à l'examen de mes lecteurs la splendide collection de planches qui accompagnent le premier mémoire de

[1] *Op. cit.*, p. 57

M. Nathorst, pour qu'ils pussent de leurs yeux mêmes apprécier le genre d'identité des traces produites par des animaux d'une même espèce et connaître ce que l'expérience confirme au sujet de cette affirmative; ainsi ils pourraient comparer entre eux, par exemple, les traces de *Idothea baltica*, Pallas, marchant vers le spectateur (pl. III, fig. 1-3, pl. IV, fig. 1); celles de *Goniada maculata*, Örsted, (pl. III, fig. 5; pl. V, fig. 2, 3; pl. VI, fig. 1-3; pl. VII, fig. 1-3; pl. VIII; pl. X, fig. 1); et ceux de *Corophion longicorne*, Fabricius, nageant dans le fond (pl. I, fig. 2, 3); et nous devons croire que M. Nathorst n'a fait des moulages en plâtre que sur les empreintes qui étaient les meilleures.

Or, je dois déclarer que sur ce point je suis un peu plus exigeant que M. Nathorst, et que c'est à peine si je parviens à découvrir une légère ressemblance où mon illustre adversaire reconnait une profonde analogie; je dois dire aussi que, ayant l'habitude de comparer entre eux les exemplaires de Cruziana, et que, trouvant pour leur détermination les mêmes difficultés que pour les autres fossiles siluriens, je n'oserais pas dénommer les traces que je vois reproduites sur ses planches, d'ailleurs admirables, ou si je le faisais, je risquerais de confondre les différentes espèces, en prenant, par exemple, la trace de *Corophion* (pl. I, fig. 2) comme identique aux traces de *Iaera* et de *Idothea* (pl. X, fig. 2), et je pourrais séparer, au contraire, comme distinctes les traces d'une même espèce comme celles de *Idothea baltica*, (pl. III, fig. 1-3 et pl. IV, fig. 1), qui en vérité diffèrent assez entre elles.

Et c'est sur ces exemples-là que M. Nathorst se fonde pour dire:

« . . . *par rapport à leur extension tant verticale qu'horizontale ou géographique, les Cruziana devraient se comporter parfaitement comme si elles étaient de véritables organismes. Or, comme les espèces et les genres divers de Trilobites offrent des transitions entre eux, ce serait encore plus le cas de leurs pistes* ».

Et, d'un autre côté, comment prétendre l'identité de conditions extérieures pour des dépôts qui présentent des caractères réellement différents, et qui se sont formés sur une si vaste étendue de la surface du globe, comme celle qui représente l'aire de dispersion de *Cr. furcifera* et de *Cr. rugosa*, par exemple, qui se trouvent avec les mêmes caractères dans la Bolivie, en France et en Portugal?!

« Il est inadmissible de supposer — avais-je dit — que les mêmes animaux, qu'elles que fussent les conditions où ils se trouvaient, quelle que fut la profondité de l'eau et la nature du fond, plus ou moins aréneux ou vaseux, aient produit toujours des traces semblables ».

« *C'est parfaitement juste*, répond M. Nathorst, *mais comment notre confrère sait-il si plusieurs des Cruziana données comme des espèces différentes, ne sont pas en réalité des traces du même animal, produites dans des conditions différentes? Pourrait-il dire si par exemple* Cruziana *cfr.* Vilanovae *ne provient pas de l'animal qui a produit* Cruziana furcifera?[1] ».

Nous venons de voir que M. Nathorst prétend que les mêmes animaux, ou les animaux de la même espèce, doivent produire, sous l'empire des mêmes conditions extérieures, des traces identiques et parfaitement reconnaissables. Maintenant, il prétend que des traces différentes, comme celles de *Cr. Goldfussi* et *Cr. furcifera*, ont été produites par le même animal, mais sous l'influence des conditions très diverses que j'ai signalées; ces traces sont tellement différentes que l'une exige une conformation spéciale de la tête du crustacé qui l'a formée, laquelle

[1] *Op. cit.*, p. 57.

devrait être, d'après son explication, protégée par un large bouclier la surpassant de chaque côté, tandis que l'autre trace ne demande pas, ou plutôt infirme cette disposition! Voilà où conduit la force de la dialectique, ou plutôt les nécessités imposées par une théorie qui à tout moment est en contradiction avec les faits observés!

Même en tenant compte seulement de la grandeur des exemplaires, comment peut-on supposer que des individus qui ont laissé des traces comme celle de notre pl. I, qui a 18 centimètres de largeur, et celle de la pl. VIII, fig. 4, qui n'a que 9 millimètres, ne fussent pas de taille très différente, et, je dirai encore, d'espèces distinctes, puisqu'on trouve des traces de toutes les dimensions intermédiaires entre celles-là?

Mais si M. Nathorst suppose que des traces de formes différentes dans diverses couches sont produites par le même animal, il admettra à plus forte raison que les traces différentes qui se montrent dans la même couche ont été produites par des animaux différents, car alors les conditions pour leur formation étaient absolûment identiques; le plus extraordinaire, cependant, c'est que les différents moules de la même couche sont parfaitement identiques à d'autres qui paraissent dans des couches diverses, et dont ils ne pourraient être séparés d'après les règles suivies en paléontologie. Exemple: Nous voyons réunies dans la même strate, ou plutôt dans la même plaque (pl. III, fig. 1 de ce supplément), les deux espèces *Cr. furcifera* et *Cr. Goldfussi,* qui sont parfaitement distinctes, et qui par conséquent doivent représenter des traces d'animaux différents; mais ces mêmes formes sont identiques à celles que l'on trouve dans d'autres couches, où on pourrait penser que les conditions extérieures étaient différentes; comment supposer que le même animal les ait produites?

Il ne s'agirait donc pas simplement d'un animal ou d'animaux de la même espèce produisant des traces sur la vase, mais d'une cohorte d'animaux de toutes les tailles et d'espèces diverses, ayant si bien combiné leur travail qu'ils ne se gênaient jamais dans leurs mouvements et laissaient toujours des traces indépendantes avec une telle netteté et une telle uniformité que leurs moules peuvent soutenir parfaitement la comparaison avec tous les autres fossiles animaux ou végétaux! Or, je trouve tout simplement cet ensemble de circonstances si extraordinaire, et tellement en opposition avec les observations mêmes de M. Nathorst[1] qui sont celles qui ont donné des résultats plus favorables en ce sens, que, quand même il n'y aurait pas tant d'autres motifs pour douter que les moules de Cruziana représentent des traces, cette seule considération confirmerait mon doute.

M. Nathorst ajoute:

«*La deuxième partie* (du mémoire de M. Delgado) *consacrée à la description des fossiles, contient sur plusieurs points des énonciations dirigées contre ma manière de voir; mais comme elles n'offrent rien de nouveau, qu'elles sont d'une importance très secondaire, et que je crois avoir déjà démontré jusqu'à l'évidence dans le présent mémoire que les Cruziana doivent être des pistes, il me paraît superflu de me livrer ici à une réfutation ultérieure*»[2].

Il devient encore cette fois manifeste que mon adversaire a évité soigneusement de discuter certains points pour lesquels il ne lui était pas facile de trouver une réponse, ne fût-elle satisfaisante qu'en apparence.

[1] Conformement à ce que je puis apprécier des planches qui accompagnent son premier mémoire.

[2] *Op. cit.*, p. 57.

Nous avons déjà remarqué dans une des pages précédentes que M. Nathorst avait gardé un profond silence à l'égard d'une des plus grandes difficultés qui puissent être présentées contre sa théorie, savoir, le fait que les moules de Cruziana se trouvent quelquefois non seulement déformés, mais encore écrasés, tordus et lacérés, comme le montrent surtout nos pl. XXIV et XXVII, parfois citées. Pour éviter des répétitions inutiles, j'ai remis à la 2e partie de mon mémoire la description de ces différents cas particuliers, auxquels j'ai à peine fait allusion (p. 17) dans la 1e partie, et que par ce motif M. Nathorst a passés sous silence; on ne peut pas le blâmer, mais cela ne l'autorisait pas à les classifier comme étant d'importance secondaire, quand ils ont, au contraire, une importance capitale et une telle valeur que, selon moi, ils invalident à eux seuls la théorie proposée des traces.

A la fin M. Nathorst termine l'analyse de mon travail en exprimant sa manière de voir à l'égard des exemplaires de *Palaeochorda* que je décris, et en déclarant qu'il ne peut s'empêcher d'être contraire à l'idée qu'ils représentent des algues d'une organisation très simple, comme Mr Coy prétendait et comme je l'ai accepté. M. Nathorst, en méprisant le fait que les moules se présentent détachés et quelquefois à la surface supérieure des strates, les considère comme étant le remplissage de traces en tunnel pratiquées par un ver. L'exemplification serait acceptable si les moules se montraient dans l'intérieur des strates à plus ou moins de profondeur, mais je ne crois pas possible que sur la surface de jonction de deux strates des traces de ce genre aient pu se former.

Le professeur J. Hall, qui a aussi considéré les moules de *Palaeochorda* comme des traces, se fondait, pour les considérer ainsi, sur ce qu'ils étaient d'un côté tout à fait incorporés dans la roche, représentant par conséquent le moule en demi-relief d'un sillon tracé dans la surface supérieure de la strate contiguë; mais, comme nous l'avons dit, celui-ci n'est pas le cas de nos fossiles, qui paraissent séparés, en plusieurs points, de la surface de la strate, et dans l'un des exemplaires (*Pal. tenuis*, pl. XXXIX, fig. 2), on reconnaît en outre évidemment qu'il occupait la surface supérieure. Nous continuons donc à considérer comme plus plausible, la supposition que ces moules représentent des corps, avec relief, qui ayant été détruits après la déposition de la couche de sable qui vint les couvrir, paraissent reproduits dans les moules qui remplissent l'espace qu'ils ont occupé.

J'ai tâché de répondre en détail à tous les arguments que présente mon savant antagoniste pour détruire ceux que j'avais offert en défense de la thèse contraire à la sienne; et en bonne conscience personne ne pourra dire qu'aucun des arguments de M. Nathorst ait la force qu'il leur attribue.

Ai-je cependant répondu à ces arguments d'une manière satisfaisante?

Ce n'est pas à moi de le dire, bien que je crois avoir produit assez d'arguments pour porter aux esprits les plus difficiles, mais qui ne se laissent pas dominer par des idées préconçues, la conviction de ce que la plupart des moules de différents aspects qu'on a appelés Bilobites, en prenant ce terme dans son acception la plus générale, ne peuvent représenter ni des traces ni des empreintes mécaniques. Si mes idées doivent être acceptées, ou si la vérité

se trouve dans le champ opposé, que les savants qui veuillent étudier attentivement cette question le décident, et qu'ils prononcent ensuite leur verdict.

N'en déplaise à M. Nathorst, je ne pense pas que sa cause soit aujourd'hui plus solide; et ses dernières expériences, qui font d'ailleurs preuve d'un grand talent, loin de résoudre la question n'ont fait, selon moi, que la compliquer.

Que l'illustre phytologue me permette que, tout en admirant sa brillante argumentation, tant que je ne verrai pas d'autres preuves de l'existence de la faune carcinologique si variée, qu'il faut s'imaginer pour expliquer la formation de tant de traces différentes, que celles qui dérivent de ses interéssantes expériences, qu'il me permette, dis-je, que je doute toujours de sa réalité, et que j'accepte comme étant beaucoup plus simple et plus conforme aux données de l'observation recueillies dans les couches mêmes qui renferment ces fossiles douteux, l'hypothèse qui considère les Bilobites en eux-mêmes comme des organismes, lesquels ont été rapportés au monde végétal, vu la simplicité de leurs formes, quoique la sculpture de la surface de ces corps soit souvent assez compliquée.

En terminant, je ne puis m'empêcher de présenter mes vifs remerciments à M. Nathorst pour la manière flatteuse dont il a apprécié mon travail, quoiqu'en parfaite opposition à ses idées, et dans lequel, s'il s'y trouve quelque chose d'appréciable, c'est la conscience avec laquelle il a été élaboré.

Ce ne fut pas avec la pensée de combattre les idées exprimées par M. Nathorst que j'ai présenté, avec la franchise habituelle dont je suis doué et dont on doit traiter les questions scientifiques, mon opinion sur ce sujet; mais parce que, voulant décrire un grand nombre de formes différentes de Bilobites, je devais déclarer mon idée à l'égard de ces corps, que M. de Saporta a très heureusement appelés problématiques.

Je puis m'être trompé, et à présent même quelques-unes de mes appréciations seront peut-être mal fondées; mais je puis affirmer qu'aucune idée préconçue n'a forcé mon raisonnement, et que, en exprimant hardiment mes idées, je n'ai eu d'autre but que celui de contribuer de mon mieux à la recherche de la vérité. Je m'en tiens fermement aux idées que j'ai d'abord exprimées; cependant si je serai convaincu d'erreur, je n'hésiterai pas un moment à le déclarer, en me regardant vaincu avant que personne ne m'incite à le faire.

Ce n'est pas que je sois le seul qui soutienne des idées contraires à celles de M. Nathorst, quoique le nombre de ses partisans augmente toujours d'après sa propre déclaration. Je dirai simplement que ce n'est pas seulement l'avis de plusieurs autorités dans la science, lesquelles se sont déclarées conformes à mes idées, ce qui me pousse à cette controverse, mais surtout la conviction profonde que la théorie des traces ne peut nullement expliquer la plupart des faits que j'ai signalés.

POST-SCRIPTUM

C'est seulement après que les pages précédentes ont été écrites et livrées à l'impression, que j'ai eu connaissance de plusieurs publications relatives au sujet dont je m'occupe, les unes favorables, les autres contraires à la théorie des pistes. Je dois citer entre autres: une notice de M. Ed. Bureau insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*[1], dans laquelle il soutient que les Bilobites doivent être des empreintes physiologiques formées sous l'eau et dues à des animaux marins; deux mémoires de M. Lebesconte et de M. de Saporta, insérées dans le *Bulletin de la société géologique de France*[2], où est présentée, comme plus plausible, l'idée que les Cruziana seraient non des plantes, comme ces auteurs avaient cru jusqu'à présent, mais bien des Spongiaires; et en outre un article de M. Dames publié dans le *Neues Jahrbuch*[3], où ce géoloque, en faisant la critique de diverses publications relatives aux Bilobites, consacre quelques périodes à l'analyse de mon travail antérieur.

M. Dames partage franchement l'opinion de la théorie des traces, il va même un peu plus loin que M. Nathorst, puisqu'il considère la question comme entièrement résolue; par cette raison je crois qu'il est de mon devoir de relever les assertions qui me concernent, de les discuter comme je l'ai fait pour les arguments présentés par le savant naturaliste suédois, en renvoyant à une des pages suivantes les observations que m'a suggérées la lecture des derniers ouvrages des savants français cités.

Dans le travail de l'illustre professeur de l'université de Berlin, de nature purement bibliographique, on ne trouve pas, comme il est facile de supposer, des arguments nouveaux pour combattre l'idée que les Bilobites soient de vrais organismes; tout en ayant son opinion formée, il fait cependant valoir la force des arguments qui ont été présentés par plusieurs auteurs contre cette théorie.

Le premier reproche qu'on m'adresse est celui d'avoir déployé un luxe superflu de planches dans la reproduction photographique des exemplaires, ce qui toutefois n'empêche pas que peu après je sois blâmé de n'avoir pas donné les dessins d'exemplaires qui viendraient à l'appui de certaines assertions que j'ai présentées.

---

[1] Ed. Bureau, *Sur la formation de Bilobites à l'époque actuelle.* Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. Tome CIII, n.° 24 (13 décembre 1886), p. 1164.

[2] P. Lebesconte, *Constitution générale du Massif breton comparée à celle du Finistère.* (Bull. de la Soc. géol. de France, 3e série, t. XIV, 1886, p. 776).— Saporta, *Nouveaux documents relatifs aux organismes problématiques des anciennes mers.* (*Ibid.*, t. XV, 1887, p. 286).

[3] Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc. Jahrgang 1887, II Band, Erstes Heft, p. 204.

En supposant que les Bilobites représentent de simples traces d'animaux, il serait sans doute superflu, je dirai même inutile, de présenter un si grand nombre de planches, puisque les formes des traces variant à l'infini on ne parviendrait jamais à en donner une idée parfaite. Si, cependant, M. Dames se plaçait pour un moment sous mon point de vue, c'est-à-dire, s'il voulait admettre que les Bilobites représentent, comme je le crois, de vrais organismes, je suis sûr qu'il ne verrait pas un sujet de blâme dans le nombre de planches que j'ai données, à moins qu'il ne tienne aussi pour superflu le nombre de figures qu'offre, par exemple, Barrande dans son *Système silurien da la Bohême* pour représenter la même espèce, ouvrage qui est néanmoins et sera toujours considéré, je le crois, comme un véritable monument élevé à la science et digne d'être imité. Une espèce, *Cruziana furcifera*, occupe en effet un grand nombre de planches; mais, outre que le nombre des exemplaires représentés n'est pas exagéré, j'ai voulu figurer toutes les variations de forme et de grandeur que je connaissais dans cette espèce, pour que l'on voit bien que les moules de traces d'animaux ne peuvent pas montrer ces transitions graduelles, se liant toutes par un air de parenté, que l'on n'observe que dans les espèces organiques.

J'aurais pu certainement réduire le nombre des planches en diminuant la grandeur des dessins; mais, ne pouvant pas présenter à mes lecteurs les objets eux-mêmes, pour qu'ils pussent juger de la véridicité de mes assertions, j'ai cru devoir leur en montrer l'image aussi fidèle que possible; aussi ai-je adopté, autant qu'il m'a été permis de le faire, l'échelle naturelle. J'aurais pu aussi réduire le nombre des exemplaires figurés; mais, outre que par leur état de conservation et par leurs différences de forme ils avaient tous bon droit à être représentés dans un travail du genre de celui que j'ai publié, où je prétendais faire connaître la faune de la base de notre système silurique, leur nombre n'est pas en vérité excessif, comme le prouve la juste exigence de M. Dames, à laquelle j'ai fait allusion auparavant, et qui heureusement se trouve déjà satisfaite, du moins en partie, comme nous allons le voir.

Le savant professeur, en résumant les réponses que j'ai données aux arguments présentés par ceux qui partagent l'opinion de l'origine exclusivement mécanique des Bilobites, me blâme aussi de ne pas avoir présenté un exemple de Bilobite rencontré au milieu d'une couche de grès. « *Vu l'importance de ce point*, dit M. Dames, *il aurait été convenable d'étudier plus en détail ces exemplaires, et en présenter les dessins*»[1].

J'avais dit que ces exemplaires sont très rares et très difficiles à trouver, non seulement parce que, en vertu de la porosité du grès, les organismes renfermés dans cette roche seraient facilement détruits sans laisser aucun vestige de leur structure primitive, ni de la matière qui les formait, mais aussi parce que personne ne s'occuperait de chercher des fossiles où on ne les obtient qu'à grand'peine, lorsqu'il est facile d'en avoir de très nombreux et bien conservés à la surface des strates. Cependant j'ai eu recours à l'autorité de M. Lebesconte en citant l'exemplaire de *Cruziana Cordieri* figuré par ce géologue, et montrant à la fois le moule et l'empreinte extérieure du fossile engagé dans le quartzite même; de plus j'ai présenté dans ma pl. XXXI, fig. 1, le dessin d'une plaque de quartzite, où les caractères des Cruziana sont reproduits d'une manière inverse, en représentant par conséquent la face supérieure d'une strate de quar-

[1] «Bei der Wichtigkeit dieses Punktes wäre es gut gewesen, von diesen Stücken ausführlicher zu handeln und sie abzubilden». (*Neues Jahrbuch*. 1887. II. p. 206).

tzite sur laquelle étaient placés les Bilobites, qui formaient relief à la surface inférieure de la strate de quartzite immédiatement superposée, sans l'interposition d'aucun lit d'argile. Cela suffisait à justifier mon affirmative et à éviter la remarque que M. Dames a cru devoir faire à ce sujet, en présence de laquelle on pourrait inférer que j'avais établi sans avoir assez de fondement une proposition que je n'étais pas dans le droit de soutenir. Toutefois, quand même on admettrait cela, j'ai été assez heureux d'obtenir plus tard un exemplaire *authentiquement* renfermé dans le grès, lequel est représenté dans la pl. V, fig. 1, de ce supplément. Cet exemplaire, où l'on reconnait pourtant, malgré son état fruste, l'ornementation caractéristique de *Cr. furcifera*, tout en excluant la possibilité qu'il représente une trace, vu la grosseur du sable dont il est formé, prouve évidemment la facilité avec laquelle a été détruit l'organisme qu'il répresente, comme il arrive d'ailleurs avec la plupart des organismes fossilisés dans les grès.

M. Dames fait aussi la remarque que je n'ai pas présenté des dessins probants de Bilobites existant à la surface supérieure des couches, comme si cela démontrait que ce fait ne puisse jamais arriver. Je dois observer là-dessus que j'ai clairement dit[1] que j'acceptais comme une règle générale, et comme une conséquence nécessaire de la manière dont la fossilisation s'est ordinairement opérée, que les Bilobites se présentent à la surface inférieure des couches de quartzite et en contact avec un lit de schiste; cependant il se peut que dans quelques cas exceptionnels une telle circonstance n'ait pas lieu. En effet, je n'ai jamais vu aucune plaque de quartzite montrant dans les deux faces des moules de Cruziana, comme celles que M. Lebesconte dit avoir rencontrées, et ce cas tranche d'une façon absolue la question, si ces moules représentent ou non des traces d'animaux. Dans la pl. XXVII et pl. XXXIX, fig. 2, j'ai cependant donné le dessin d'une plaque mince de quartzite vue des deux côtés, couverte sur l'une des faces de moules de Cruziana (*Cr. Beirensis* et *Cr. cfr. Goldfussi*) et sur la face opposée de moules de *Palaeochorda tenuis*. Si l'on ne veut pas admettre (avec quoi je suis d'accord) que les moules de Cruziana de cette plaque, qui a été trouvée détachée, existaient à la surface supérieure de la strate de quartzite, il faut donc accepter que les moules de *Palaeochorda* l'occupaient; comme, en outre, ceux-ci n'adhèrent pas dans toute leur longueur à la surface de la plaque de quartzite, et qu'au contraire on voit très distinctement en de divers points un sillon semi-cylindrique à leur place, on est obligé d'admettre qu'ils ne représentent pas le remplissage de pistes, ni de galeries creusées par le passage d'un animal, lesquelles ne pourraient se produire dans ces conditions.

Mais la preuve claire, évidente, que les moules de Bilobites (en prenant ce mot, comme je l'ai toujours fait, dans son acception la plus générale) ne se montrent pas toujours à la surface inférieure des couches, je l'ai trouvée aussi dans une suite de strates de quartzite près du moulin de Carregueira (Mação). Ici, il ne peut plus y avoir le moindre doute à l'égard de la succession stratigraphique et de l'inclinaison des couches de quartzite, qui sont immédiatement recouvertes par les schistes à Trilobites. On voit aussi que les moules d'*Arthrophycus*, qui couvrent entièrement plusieurs strates de quartzite, adhèrent parfois fortement à la surface supérieure de la strate; d'autres fois ils s'en détachent, en laissant à leur place des sillons plus ou moins sinueux avec l'empreinte de ces fossiles, précisément comme les moules de *Palaeochorda* de la plaque dont nous venons de parler. On sait, en outre, et beaucoup de nos planches le

[1] *Étude sur les Bilobites*, p. 15.

montrent, que les *Arthrophycus* paraissent intimement associés, dans plusieurs strates, avec les *Cruziana*, s'entrelaçant avec ceux-ci de mille façons diverses, et présentant le même mode de fossilisation; par conséquent, on ne saurait attribuer une origine différente à chacun de ces deux genres de fossiles. Si c'est un fait prouvé que les *Arthrophycus* paraissent à la surface supérieure des strates de quartzite, donc qu'ils sont des organismes, on ne pourra guère comprendre que les *Cruziana* ne le soient pas également.

A l'égal de M. Nathorst, M. Dames me rend solidaire avec M. de Saporta des opinions de ce dernier, ainsi il confond le procédé de fossilisation que je décris avec celui qu'a décrit le savant naturaliste d'Aix. «*M. Delgado se place donc complètement dans le camp de l'opinion de M. de Saporta*» dit M. Dames[1]. Or, il n'est que vrai que sur ce point je me place absolument dans un champ spécial, et que je soutiens que le procédé de la fossilisation des Bilobites ne diffère que très peu du mode de fossilisation ordinaire dans les grès, eu égard seulement aux modifications inhérentes à cette circonstance, que la déposition de ces corps a été faite pendant l'intervalle de formation entre deux strates consécutives d'argile et de grès; car c'est dans cette condition qu'ils ont été le plus généralement observés. Après la réponse donnée sur ce sujet à M. Nathorst je n'ai pas besoin d'insister sur quelles sont les différences qui me séparent sous ce rapport de M. de Saporta.

Mais, dit M. Dames, il est d'autant plus extraordinaire que je soutienne la théorie de la fossilisation en demi-relief, que «*M. Lebesconte, bien que partageant l'opinion de M. de Saporta, l'avait déjà réfutée, en faisant voir que la pression de la couche sablonneuse est uniforme partout, et qu'elle ne s'exerce pas particulièrement sur les algues; il est d'ailleurs impossible que la partie supérieure de la plante se décompose, tandis que le moule de la partie inférieure s'est conservé*»[2].

Il se trouve ici plusieurs questions qu'il faut considérer et dont je m'occuperai séparément.

Dans mon étude antérieure j'ai déclaré (p. 5) que je considérais d'une grande valeur les observations de M. Lebesconte, mais que je ne trouvais pas inconcevable que la fossilisation ne fût faite en demi-relief, non précisément dans les conditions exprimées par M. de Saporta, mais d'une façon un peu différente, selon, à peu près, le procédé dont la fossilisation s'est opérée généralement dans les grès. Les Bilobites paraissant ou, plus rigoureusement, ayant été observés presque toujours dans les plans de jonction des strates de grès et d'argile, il est évident que la fossilisation devrait varier par ce motif, et je me suis efforcé d'expliquer comment le phénomène se serait opéré. Je vais maintenant développer mes idées à ce sujet, pour que l'on voit jusqu'à quel point je suis en desaccord, si en effet je le suis, avec mon illustre collègue de Rennes.

D'abord je dois préciser, que, s'il est vrai que la pression de la couche de sable, *après qu'elle s'est formée,* soit uniforme sur toute la surface de la vase, on ne saurait croire qu'au moment où le sable fut déposé, un corps mou enveloppé par ce dernier ait subi une pression égale dans tous les sens, comme s'il était plongé dans un liquide. J'admets donc la possibilité que dans ces circonstances le corps ait été déformé jusqu'à un certain point, et aussi qu'il soit inégalement descendu dans la vase.

[1] «Delgado steht also vollkommen auf dem Boden der Saporta'schen Auffassung». (*Neues Jahrbuch*, 1887, II. 205)
[2] *Ibid.*

D'un autre côté, on doit reconnaître que je soutiens la fossilisation en demi-relief avec cette restriction, que le fossile se montre sous cet aspect à la surface de la couche de grès, le moule qui le représente étant intimement soudé à la roche, de telle sorte qu'il ne peut s'en détacher. En effet, c'est le cas le plus commun chez tous les Cruziana que j'ai observés, ce qui n'empêche pas que, dans quelques cas particuliers, la fossilisation des mêmes corps ait lieu en plein relief, ainsi que nous le voyons, par exemple, dans l'exemplaire de *Cr. furcifera* représenté dans notre pl. VI, fig. 2, ce qui est aussi le cas le plus commun chez les *Arthrophycus*.

Ce point une fois établi, pour expliquer le procédé de fossilisation en demi-relief, on se trouve en face des hypothèses suivantes: soit que les Cruziana, considérés comme organismes de la nature des algues ou très rapprochés de celle-ci[1] aient été jetés sur le rivage par les vagues et y soient restés à découvert plus ou moins longtemps à la surface de la vase avant qu'une couche de sable vînt les couvrir, soit qu'un mouvement d'affaissement du sol ou une plus grande amplitude des marées jetât sur eux un dépôt de sable qui les couvrît: soit enfin qu'ils fussent tombées sous l'eau sur le fond vaseux et eussent été après couverts de sable. Ces deux hypothèses peuvent aussi se fondre en une seule, en supposant qu'après que les Cruziana se furent précipités sur le fond, l'eau s'éloigna les laissant à découvert sur la vase, pour venir les couvrir plus tard, alors que des courants plus forts entraînaient du sable ou du gravier en suspension.

Dans le premier cas, qui est le plus simple, on comprend parfaitement que les Cruziana aient pu, en raison de leur poids, s'enfoncer plus ou moins dans la vase, ce qui explique le relief plus ou moins grand qu'ils présentent, leur décomposition s'opérant très souvent avant que le sable soit venu remplir l'espace qu'ils occupaient.

Ce procédé de fossilisation correspond exactement à celui du remplissage des traces prétendues, avec cette seule différence, que les traits imprimés dans la vase avaient dans notre hypothèse beaucoup plus de probabilité d'être conservés avec netteté, car le corps même les préservait. Si la décomposition de l'organisme s'est opérée entièrement ou partiellement avant le dépôt du sable, il est évident que celui-ci aura rempli en entier ou seulement en partie l'espace qu'occupait le premier; dans le second cas, quand la décomposition s'est terminée, le sable a rempli entièrement l'espace occupé auparavant par l'organisme, mais en formant corps avec la strate de grès supérieure et intimement liée à celle-ci, comme en effet on l'observe le plus ordinairement dans les moules de Bilobites. Si, au contraire, la décomposition de l'organisme s'est faite après qu'il a été couvert de la couche de sable, il n'est que très probable que la fossilisation soit en relief entier, comme au milieu des couches de grès, avec la seule restriction que dans la face en contact avec la strate argileuse, les dessins de la surface doivent se conserver nettement, tandis que dans la face opposée ils disparaîtront ordinairement, et le moule doit adhérer plus ou moins fortement au grès, ainsi que l'exemplaire de notre pl. VI, fig. 2, l'a démontré de tout point.

[1] Que l'on remarque que je présente comme une hypothèse que les Cruziana doivent être considérés comme des algues; c'est ainsi que je les ai toujours regardés parce que mes observations prouvent seulement qu'ils ont été des organismes, et non des pistes d'animaux ou des empreintes mécaniques quelconques. En les jugeant comme des organismes, je crois toujours qu'ils sont des algues ou des animaux d'une organisation très inférieure, peut-être d'un groupe inconnu intermédiaire entre les deux règnes organiques, sans prétendre nullement préciser leurs rapports biologiques. (V. *Étude sur les Bilobites*, p. 18).

Considérons maintenant que le corps tomba au fond de la mer, entraîné par les courants, ou qu'il tomba tout près du lieu où il vivait. Nous allons voir comment dans ce cas la fossilisation aurait pu s'accomplir.

S'il faut considérer une algue dont le poids spécifique soit égal ou même inférieur à celui de l'eau, cela n'empêche pas qu'après qu'elle est restée en suspension dans l'eau pendant quelque temps, pouvant être ou ne pas être entraînée au loin par les courants, l'algue n'ait subi quelque altération, n'ait diminué de volume et qu'elle ne fût devenue spécifiquement plus lourde que l'eau, pouvant alors tomber et s'ensevelir plus ou moins dans la vase en raison de son poids, en s'aplatissant alors et en se déformant un peu. Par la décomposition successive de la plante, sa surface se déchirant, quelque sable a pu pénétrer dans son intérieur, et avec ce poids additionnel elle a pu s'enfoncer encore plus dans la vase, mais pas entièrement, car les pressions latérales et la compression que la vase avait déjà subi s'y opposaient, celle-ci étant plus compacte au-dessous de l'algue. Il faut aussi avoir égard à la grande longueur des Bilobites *(Cruziana* et *Arthrophycus)* et par conséquent à la grande surface qu'ils présentaient, laquelle empêchait naturellement ces corps de s'enfoncer beaucoup et de descendre d'une façon égale dans la vase; c'est ainsi qu'on explique plausiblement les ondulations et les écartements que les Bilobites présentent dans le plan vertical. Les *Arthrophycus* ayant été très probablement plus consistants que les *Cruziana*, et ayant subi une décomposition plus lente, sont restés plus longtemps exposés à être couverts par la vase tout en conservant leur forme primitive; aussi présentent-ils plus souvent leur relief complet et de moindres déformations.

Il est à remarquer ici que l'aplatissement que les Bilobites ont subi a été en général faible; nous pourrons encore ajouter qu'il se montre ordinairement à la face inférieure de l'exemplaire, c'est-à-dire, du côté qui reposait sur le lit argileux, ce qui est encore en harmonie avec l'explication que nous venons de donner. Il est donc plus naturel de supposer que la forme déprimée de certaines espèces de *Cruziana* répond à leur configuration originelle.

M. Nathorst observe, ainsi que M. Dames, que le grand aplatissement qu'ont subi les troncs de palmiers, d'équisétacés, etc., est postérieur à la fossilisation de ces corps, ce qui est démontré par l'inspection des autres fossiles qui les accompagnent. Ce fait justifie encore l'observation que nous avons faite ci-dessus et démontre pourquoi les Bilobites ont conservé presque toujours à peu de chose près leur relief originel.

Il se pourrait aussi que la déposition de l'organisme eût lieu alors que le dépôt vaseux n'était pas encore terminé; dans ce cas l'épaisseur de la couche de vase aurait pu s'accroître un peu autour de l'organisme, comme s'il s'était enseveli plus profondément dans la vase, tandis que, en vérité, c'est ce dépôt qui est venu le couvrir. Lorsque plus tard les courants plus forts, qui ont entraîné le sable se sont dirigés vers ce point, la surface de la partie saillante de l'organisme a pu être lavée et aussitôt recouverte de sable, lequel, par suite de la décomposition de l'organisme même, a rempli plus tard l'espace qu'occupait celui-ci, formant un moule plus ou moins intimement soudé au grès, et adhérant d'un côté seulement à la strate argileuse.

Je n'ai jamais dit que la décomposition de la plante ait commencé par la partie inférieure; de plus, je n'ai pas besoin de supposer cela, on le voit, pour expliquer le procédé de fossilisation en demi-relief que j'attribue aux Bilobites. Au contraire, d'accord avec l'observation de M. Nathorst, je pense que la décomposition de l'organisme devrait commencer par les parties les plus molles, donc intérieurement; nous pourrons même attribuer à ce fait, d'abord

l'accroissement de poids spécifique de la plante au commencement de sa décomposition, ensuite les déchirures qu'elle aura dû subir à sa surface et qui expliquent plusieurs cas particuliers de la fossilisation de ces corps.

En effet, l'idée que les *Cruziana* étaient des corps mous à l'intérieur (unicellulaires et fistuleux, d'après M. de Saporta) et couverts à l'extérieur d'une enveloppe dure, me semble confirmée par l'examen de plusieurs exemplaires, notamment par celui de notre pl. XXIV. Il n'y a que les corps offrant cette structure qui puissent présenter les déformations révélées par les fossiles de cette plaque. En outre, la couche solide qui les revêtait extérieurement, résistant longtemps à la décomposition, en même temps qu'elle préserverait la sculpture de la surface de ces corps, empêcherait aussi le sable qui les remplit intérieurement de s'enfoncer dans l'argile sousjacente, en effaçant leur ornementation extérieure, comme le prétend M. Nathorst[1].

D'après le procédé de fossilisation que nous avons décrit, le croisement de deux ou de plusieurs Bilobites, avec pénétration complète de leurs moules, s'explique très naturellement par la décomposition indépendante des organismes, l'un d'eux ayant été détruit et ne laissant que la cavité qu'il occupait, quand les autres Bilobites vinrent la croiser, le remplissage des divers moules ayant lieu plus tard. De même, l'élargissement ou l'expansion que présentent plusieurs *Cruziana*, en se réduisant presque à une surface plane, et plusieurs exemples de jonction des lobes des *Cruziana* placés parallèlement côte à côte sur une même surface, peuvent s'expliquer souvent par la déchirure longitudinale entière du Bilobite s'ouvrant tout à fait vers chaque côté, une partie de la surface ayant été alors ordinairement détruite.

Pour en finir, l'assertion de M. Dames, presque à la fin de l'article auquel je me rapporte, savoir, que M. Stanislas Meunier est tout à fait de l'avis de M. Nathorst dans l'explication de ses intéressantes trouvailles[2], me semble un peu hasardée, et je n'hésiterais pas à assurer precisément le contraire. En effet, si les moules de Bilobites du Jurassique supérieur de Boulogne-sur-mer se présentent aussi bien dans la face supérieure que dans la face inférieure des couches, mais en formant de préférence un demi-relief à la surface supérieure[3], comment peut-on prétendre qu'ils représentent des moules de pistes d'animaux?

M. Stanislas Meunier dit très positivement que la même plaque présentant les uns à côté des autres, le moule et l'empreinte extérieure de Cruziana étroits et allongés, il ne comprend pas comment cette coexistence puisse être expliquée selon la théorie de M. Nathorst[4].

Il est vrai que le savant naturaliste suédois se tire très facilement de cette difficulté en déclarant[5] que le même animal pourrait, comme *Corophion longicorne*, Fabr., former à la fois des traces en sillon, en tunnel, ou en relief; de plus, il rappelle que M. Marion, ainsi que M. de Saporta, sont déjà d'accord sur ce que les Cruziana de Bagnoles *(Crossochorda)* représentent des pistes d'animaux, ce que, sans prétendre maintenant le contester, je voudrais voir prouvé d'une façon différente pour pouvoir l'accepter comme un argument concluant en ce sens.

---

[1] *Op. cit.*, p. 12.

[2] «Verf. (Stanislas Meunier) steht vollkommen auf Seiten Nathorst's in der Deutung seiner interessanten Funde». *(Neues Jahrbuch*, 1887. II. p. 209).

[3] V. *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XIV, 1886, p. 565.

[4] «... une même plaque montre côte à côte le relief et le creux, et j'avoue ne pas comprendre comment cette coexistence peut s'expliquer dans l'opinion de M. Nathorst». *(Comptes rendus Ac. sciences*, t. CII, n.° 20, séance du 17 mai 1886, p. 1124).

[5] *Op. cit.*, p. 54, note.

Par les considérations que je viens de présenter il ne me semble donc pas que le dernier travail de M. Nathorst, très important d'ailleurs, soit réellement décisif, comme l'a dit M. Dames; je ne crois pas non plus qu'il réfute définitivement les diverses objections présentées par ses adversaires. Il reste encore bien des points à éclaircir avant que l'on puisse tenir la question comme décidée, c'est-à-dire, avant que la théorie des pistes puisse être acceptée comme une vérité scientifique pour expliquer la formation des moules de Bilobites.

La communication dont j'ai parlé précédemment, faite par M. Ed. Bureau à l'Académie des sciences de Paris, vint encore donner une nouvelle force à la théorie des traces; aussi je crois utile d'analyser la valeur des arguments présentés par le savant professeur du Jardin des Plantes, dont l'autorité sur cette matière est une des plus respectables.

La notice présentée par M. Bureau à l'Institut de France dans la séance du 13 décembre 1886, intitulée «*Sur la formation de Bilobites à l'époque actuelle*» se fonde sur les observations qu'il a faites dans la baie de Bourgneuf en Bretagne, et qu'il décrit minutieusement, parvenant à la conclusion que les traces de Crustacés formés à la surface de la vase sous l'eau devront se conserver, parce que le limon soulevé par les pattes ou par la queue de l'animal est immédiatement divisé et tenu en suspension dans le liquide. M. Bureau ajoute que, par le même motif, la netteté des croisements des Bilobites ne peut être invoquée comme une preuve qu'ils aient été des algues. «*L'observation directe montre, au contraire, que la netteté des croisements est une raison sérieuse pour considérer ces fossiles comme des empreintes physiologiques dues à des animaux marins*[1]».

En répondant à ces observations, je dois d'abord remarquer que les considérations du savant phytologue français se rapportent uniquement à des formes unies, comme celles que j'ai décrites sous le nom de *Fraena*, et que j'ai été porté à considérer comme des moules de traces, du moins en partie, comme je l'ai déjà dit[2].

Cependant ces formes unies et simples, je le répète de nouveau, ne peuvent nullement ressembler aux espèces ornementées comme les Cruziana, pour que l'on puisse immédiatement conclure que tous les Bilobites observés dans les quartzites siluriens appartiennent à la même catégorie et qu'ils aient la même origine. Au contraire, si les pistes de crustacés offrent ces empreintes unies, on ne peut pas logiquement attribuer à des animaux semblables la formation de traces avec une sculpture aussi compliquée que celle des Cruziana.

D'un autre côté, il n'est pas facile de comprendre comment le courant qui entraînait rapidement à distance le limon soulevé par les crustacés, n'ait pas entamé aussi la surface des traces, du moins dans leurs parties les plus saillantes, d'autant plus qu'il faut croire que la vase fraîchement déposée était très imbibée d'eau et possédait nécessairement une grande fluidité.

M. Bureau dit que dans ces conditions, c'est-à-dire, quand la vase est en suspension dans l'eau animée d'une certaine vitesse, il est impossible que lorsqu'elle se dépose elle détruise ou altère les pistes voisines[3]. Dans ce cas il est certain que la vase ne se déposera pas, et par conséquent qu'elle n'ira pas obstruer ou effacer les traces antérieurement formées; ce-

[1] *Comptes rendus Ac. sciences*, t. CIII. 1886. p. 1167.

[2] *Etude sur les Bilobites*. p. 66–69.

[3] «La vase en suspension est donc immédiatement entraînée au loin, et il est par conséquent impossible qu'elle détruise ou trouble, en se déposant, les pistes voisines». (*Comptes rendus Ac. sciences*, t. CIII, 1886, p. 1167).

pendant, il n'en est pas moins certain que la force même du courant se chargera de ce travail de destruction, parcequ'il n'est pas besoin qu'il soit très fort pour que la vase soit soulevée immédiatement du fond, et par conséquent pour que les traces formées à sa surface soient oblitérées ou détruites.

M. David Stevenson, cité par M. Archibald Geikie[1], dit que lorsque la force du courant est de 3 pouces par seconde ou 0,18 mille (=315^{m}) à l'heure, il commence à soulever de la vase fine; lorsqu'elle s'accroit au double il peut soulever du sable fin, et lorsqu'elle s'élève à 8 pouces par seconde, ou 0,4545 mille (=842^{m}) à l'heure, il peut déjà entraîner du sable aussi gros que la graine de lin.

En outre, on ne peut admettre que la vélocité du courant fût toujours la même dans toutes les conditions où les moules se sont formés, et qu'elle fût précisément celle qui ne pouvait entraîner que la vase soulevée par les crustacés *sans pouvoir la soulever directement du fond*. C'est un cas de vélocité très particulier celui qui produirait un tel résultat pour qu'il puisse être accepté comme la règle générale expliquant la formation de *tous* les moules de Cruziana, lesquels évidemment ont été formés dans des conditions très diverses, comme le prouve la nature même de la roche qui les renferme.

Il faut aussi avoir égard à ce que l'action des courants, quand ceux-ci n'étaient pas très forts, pourrait ne pas s'exercer d'une façon visible sur des sillons unis, comme ceux que M. Bureau a observés, tandis qu'elle pourrait agir d'une manière appréciable sur des empreintes qui eussent une ornementation compliquée et des stries fines saillantes, comme celles que montrent les Cruziana.

Enfin, j'appellerai l'attention du savant professeur du Muséum sur la circonstance qu'il part de l'idée que les sillons se sont formés sous l'eau; dans bien des cas, au contraire, les traces supposées ont certainement été formés à découvert sur le rivage, et par conséquent les considérations qu'il fait ne sauraient être applicables à ces moules. M. Bureau avoue même que dans le cas où «*les pistes se faisaient sur un sol émergé, la vase refoulée ou projetée par le passage d'un animal pourrait altérer les pistes déjà formées*».

Cela suffit, il me semble, pour prouver que la théorie des pistes est insuffisante, si elle n'est pas tout à fait impuissante pour expliquer l'origine et la formation des Bilobites, qui sont d'ailleurs très simples à comprendre de la façon que j'ai exposée.

Cependant, je ne puis m'empêcher de reconnaître que, théoriquement, les objections que M. Bureau oppose aux idées que je soutiens ont un fondement réel, parce qu'elles se basent sur des observations faites directement dans la nature, quoique interprétées d'une façon différente de celle que je crois être la seule vraie; je conviens aussi de ce que la formation des moules de Bilobites à structure simple peut s'expliquer parfaitement de cette manière, ce que d'ailleurs j'avais déjà déclaré antérieurement.

Par rapport aux mémoires de MM. de Saporta et Lebesconte, dont il me reste à parler, je dois dire que j'accepte volontiers leurs conclusions, d'autant plus que j'avais déjà dit[2], qu'étant porté à considérer les Bilobites comme des organismes, c'était dans les limites entre le règne

---

[1] *Text-book of geology*, p. 368.

[2] *Étude sur les Bilobites*, p. 18.

animal et le règne végétal, si ce n'était pas dans ce dernier, que l'on devrait chercher leurs rapports biologiques.

Dans son dernier travail M. Lebesconte, sans développer les fondements de son opinion, mais en s'appuyant sur l'examen de quelques exemplaires, et soutenant toujours que les Cruziana sont de véritables organismes, a toutefois changé d'avis quant à leur classification, et il les rapporte maintenant, ainsi que les *Vexillum*, aux Spongiaires. Quant aux Cruziana, dont il dit avoir observé la structure interne, il croit pouvoir préciser leur position en les rapportant au groupe des Lithistidées.

Sans prétendre contester cette opinion, je dois pourtant observer que les exemplaires de Cruziana, que j'ai fait scier pour qu'ils puissent être observés en lames minces au microscope[1], n'ont pas offert les moindres vestiges de structure intérieure, ce qui n'est pas surprenant, puisque ce fait est entièrement d'accord avec le procédé de fossilisation des organismes contenus dans les grès. Tout ce que j'ai pu observer relativement à la structure des Cruziana se réduit au fait qui nous est révélé par les exemplaires des pl. XIII, pl. XV, fig. 2, pl. XXIV et pl. XXVII de mon étude antérieure, et de la pl. I*a* de ce supplément. On reconnaît clairement dans ces exemplaires, que les Cruziana avaient une enveloppe extérieure dure, dont la fossilisation eut probablement lieu après le remplissage de la cavité intérieure, car la nature de cette enveloppe est en effet différente de celle de ces moules, et elle y a en outre imprimé les vestiges d'une ornamentation semblable à celle de sa surface extérieure.

Dans la plupart des exemplaires de Cruziana cette enveloppe extérieure, qui se détachait facilement du moule intérieur, semble avoir été détruite; c'est pourquoi les moules de Cruziana présentent ordinairement une structure uniforme, et c'est sur cela qu'on a fondé l'hypothèse qu'ils représentent des traces d'animaux, ce que les autres exemplaires nient évidemment.

Je dois cependant faire observer, quant à la classification que M. Lebesconte fait des Cruziana, que si l'on peut prendre à cet effet quelque indication valable sur la distribution géographique des Spongiaires vivant de nos jours, et s'ils appartiennent en effet à cette classe d'animaux, on ne doit pas chercher leurs analogies dans l'ordre des *Lithistidae* (éponges siliceuses) vu que les représentants actuels de ce groupe vivent principalement à des profondeurs de 100 à 350 brasses[2]; et nous avons déjà remarqué que notre assise de quartzites à Bilobites s'est formée dans des eaux basses, comme le montre le *ripple-mark* que l'on observe fréquemment à la surface des strates. Au contraire, les éponges calcaires (*Calcispongiae*) et les éponges cornées (*Ceratospongiae*) sont surtout confinées aux rivages et aux zones littorales, ou à des formations d'eaux peu profondes; donc, sous ce point de vue, l'opinion de M. de Saporta, qui, en se basant sur des données plus positives, rapproche les Cruziana de ce dernier groupe, est plus conforme à ce que l'on connaît de ces organismes.

M. de Saporta décrit dans son intéressant travail plusieurs exemplaires de types fossiles, dont quelques-uns peuvent se rapporter aux genres déjà connus *Cancellophycus* et *Taonurus* d'algues appartenant au groupe des Alectoruridées de Schimper; et un type nouveau associé dans le même gisement avec ce dernier genre, et que M. de Saporta a décrit sous le nom de *Spongeliomorpha*, d'après les analogies frappantes qui le rapprochent des *Spongelia* actuels.

---

[1] V. *Étude sur les Bilobites*, pl. VI, fig. 2, pl. XVIII, fig. 1, et p. 59, note.
[2] Zittel. *Traité de paléontologie*. Trad. Barrois. t. I. p. 144.

Après la description détaillée qu'il a faite de ces exemplaires, c'est avec le meilleur fondement qu'il fait ressortir les affinités qui rattachent les *Taonurus* et les *Spongeliomorpha* aux Cruziana, du moins en ce qui concerne leur morphologie extérieure: ils représentent avec toute vraisemblance des êtres appartenant à une même catégorie, possédant une structure analogue et adaptés aux mêmes conditions d'existence.

En effet, un léger aplatissement et le rapprochement des deux cylindres ou bourrelets latéraux qui composent les *Taonurus*, et la suppression de la bande déprimée intermédiaire, très mince, qui les réunit (caractères qui se réalisent presque en *T. ultimus*, Sap., près de sa base), donneraient un fossile ayant précisément la forme des Cruziana; la ressemblance de l'ornementation des *Taonurus* ainsi que des *Spongeliomorpha* avec celle de ces fossiles étant en outre évidente.

Les analogies qui lient ces différents types s'étendent encore plus loin. Dans quelques exemplaires de *Taonurus* aussi bien que de *Spongeliomorpha*, ainsi que le montre M. de Saporta, on voit des bourgeons latéraux ou des saillies par lesquelles se faisait le développement du corps, et peut-être dans quelques cas, en se détachant, ils contribuaient à la reproduction de ces organismes. Plusieurs de nos exemplaires de Cruziana[1] montrent également ces ramifications secondaires. On observe à la surface des *Taonurus* plusieurs trous ou excavations, comme si la substance de l'organisme eût été détruite ou rongée, particularité qu'on a signalée aussi dans les Cruziana sous le nom de *Foralites*.

Vu les considérations exposées, je n'ai donc aucune difficulté à accepter l'opinion que les Cruziana soient plutôt des Spongiaires que des algues, comme on l'avait jugé jusqu'à présent; cependant il est un point, je dois franchement le déclarer, sur lequel je ne suis pas d'accord avec M. Lebesconte: c'est lorsqu'il rassemble en une même espèce tous les *Cruziana* et *Rhysophycus* connus! Je ne vois pas, en vérité, les motifs de ce rapprochement; mais dût-il se faire, une telle association ne serait pas sans inconvénients, car outre qu'elle serait prématurée, elle rendrait encore plus difficile et plus remplie d'incertitudes l'étude de ces êtres problématiques. Je dirai même qu'en agissant de la sorte, on risquerait de réunir de vrais organismes à d'autres fossiles qui représentent peut-être des pistes d'animaux d'une organisation plus élevée. Dans la nombreuse série d'exemplaires de Bilobites que nous possédons, on observe des différences réelles qui, à mon avis, ne peuvent s'expliquer simplement par un différent degré de développement, ni par la manière de vivre et de se reproduire de l'éponge. J'ai déjà exprimé ailleurs mon opinion là-dessus en essayant de réduire à un petit nombre les différentes espèces de Cruziana reconnues en Portugal, et en montrant les rapports de parenté qui les relient ensemble; mais il aura, ce me semble, une opinion exagérée, celui qui voudra les rassembler toutes en une seule espèce, car les formes qu'elles présentent sont en effet très dissemblables.

Nota.—Je dois une réponse à une observation que m'a faite obligeamment le professeur J. J. Stevenson de l'Université de New-York, par rapport à l'emploi erroné qu'on a fait en Europe

[1] *Étude sur les Bilobites*, pl. XII, fig. 4

du mot *Bilobite,* lequel, faute d'autre nom qui le remplace, je continue à employer dans ce mémoire, dans le sens le plus étendu, pour désigner collectivement presque toutes les formes fossiles douteuses ou problématiques trouvées dans les quartzites.

L'illustre géologue américain regrette que les Bilobites de Dekay aient été si mal compris, et que l'erreur dans l'emploi de ce terme se soit perpétuée, ce qu'on doit probablement attribuer à ce qu'aucun géologue américain ne s'est interessé à éclaircir suffisamment cette matière.

Les spécimens ainsi appelés étaient des moules intérieurs d'un bivalve *(Conocardium trigonale),* fossile très abondant en divers horizons du Dévonique de l'Amérique, et qui n'ont aucun caractère des végétaux, quoique les figures présentées par Dekay les font ressembler assez à des fucoïdes. Pour dissiper les doutes que je pourrais avoir sur ce sujet, le respectable géologue a eu la bonté de m'envoyer un exemplaire de *Conocardium* de la contrée classique de Schoharie, de près de la base du Dévonique, lequel en effet n'offre pas la moindre ressemblance à un Cruziana.

Vu les explications de M. Stevenson je renoncerai très volontiers à l'emploi absolu de ce mot, dont il faut reconnaître l'acception erronée, s'il peut se trouver un autre terme qui puisse le remplacer avec la signification étendue qu'on lui a attribuée dans le vieux continent et qui est acceptée surtout par les géologues français. Heureusement, par d'autres raisons que j'ai développées, je ne l'ai pas adopté comme un nom générique, car en ce sens il peut et doit être absolument proscrit, et je l'ai remplacé par le nom de *Cruziana.*

DEUXIÈME PARTIE

DESCRIPTION DES FOSSILES

CRUZIANA FURCIFERA, d'Orb.

Pl. I, I *a*; pl. III, fig. 1; pl. V, fig. 1; pl. VIII *a*, fig. 1

1885. *Cruziana furcifera*, Delgado. Étude sur les Bilobites, p. 34, pl. I–VI; pl. XII, fig. 1; pl. XXI, fig. 3, 4.

Aux différents exemplaires du type de *Cr. furcifera*, que nous avons représentés dans notre étude précédente, nous jugeons utile de réunir encore quelques-uns, qui montrent certains caractères particuliers, et ajoutent à la connaissance de cette espèce, éminemment caractéristique des quartzites de la base du système silurique, et si intéressante à la fois par sa large distribution géographique.

L'exemplaire de la pl. I (qui est reproduit intégralement, mais à moitié de sa grandeur naturelle, dans la pl. I *a*) a 60 centimètres de longueur, et rend merveilleusement les caractères de *Bilobites pseudo-furcifera* de M. de Saporta; il vient s'intercaler dans la série d'exemplaires de cette espèce que nous avons présentés dans notre mémoire antérieur. Ce magnifique exemplaire est remarquable non seulement par ses grandes dimensions et par la netteté de l'ornementation qui le recouvre, mais encore parce que la disposition particulière que montrent les différents lobes pourrait s'expliquer par la déchirure longitudinale complète du Bilobite à sa face latérale, lorsqu'il eût subi un commencement de décomposition, et par le dédoublement de sa face supérieure sur la surface de la vase, quand l'exemplaire y est resté, mais avant que le dépôt de sable vint à le couvrir[1]. Si cette interprétation est vraie et si l'on considère que le Bilobite devrait avoir une forme symétrique et une ornementation semblable sur les deux faces opposées, supérieure et inférieure, le dédoublement de l'exemplaire produirait une double empreinte; dans ce cas on peut supposer que le sillon longitudinal indiqué à droite, se continuant jusqu'à l'extrémité supérieure de la figure, représente un des sillons longitudinaux du Bilobite, et que celui à gauche correspond à la déchirure qu'il a subie latéralement, où se joignirent les empreintes des deux faces du Bilobite, un peu superposées. Le sillon plus petit, à gauche, près de la base de la figure, représenterait, à ce qu'il paraît, la ligne de jonction d'un autre Bilobite superposé au précédent.

---

[1] Cfr. *Étude sur les Bilobites*, pl. III. La même explication pourrait s'appliquer peut-être à l'exemplaire qui s'y trouve représenté.

Il est évident que dans ces circonstances il s'établirait un rapport intime entre le grès qui remplit les cavités ou empreintes dans l'argile et celui qui forma la couche supérieure; il se produirait aussi un moule en demi-relief à la surface inférieure de la couche de quartzite, et l'on ne pourrait apercevoir, comme il arrive en effet, le moindre indice du relief du Bilobite dans l'intérieur de la couche.

Sur ce Cruziana, simulant sortir de son intérieur et interrompant sa surface, se lèvent des corps allongés, sous-cylindriques, ornés à la surface de cannelures et de stries longitudinales, qui convergent tous obliquement vers la partie supérieure en formant un faisceau, mais malheureusement cassés dans cette partie. Ces corps représenteront-ils par leur réunion le pédicule ou rhizome, ou en parlant d'une façon générale, le mode de fixation des Cruziana? ou seront-ils plutôt des moules de trous ouverts par un animal qui perforait à la fois la vase et ces organismes, où il allait peut-être chercher sa nourriture *(Foralites)*? Quelle qu'en soit la signification, on voit clairement leur liaison intime avec le corps du Cruziana d'où ils sortent, et leur existence est incompréhensible dans l'hypothèse que le Cruziana représente une trace ou piste d'animal.

Outre ces corps, on observe à la surface du Cruziana plusieurs cicatrices circulaires, qui répondent, du moins en partie, à des moules de *Foralites* qui traversent le Cruziana; d'autres seraient seulement superficielles et dues, comme le suppose M. de Saporta, à l'adhérence prolongée d'organismes parasites, ou à une production appendiculaire, radicule ou propagule, qui s'est détachée du Bilobite, en laissant des vestiges de son insertion. On y voit encore, adhérant fortement au Cruziana, des fragments pierreux à forme arrondie, qui représentent probablement la base d'insertion de corps cylindroïdes comme ceux que j'ai indiqués plus haut. Enfin, à la partie supérieure de la figure et traversant le sillon longitudinal, on voit un corps allongé qui représente en toute vraisemblance le moule d'un trou dans l'argile et qui traverse aussi le Cruziana *(Foralites)*.

L'examen attentif de cet exemplaire confirme notre idée que les Cruziana fussent composés d'une enveloppe ou pellicule extérieure solide, dont la fossilisation s'est faite postérieurement au remplissage de la cavité intérieure de l'organisme, par suite de sa résistance plus prolongée à la décomposition, ce qui est d'ailleurs également démontré par les exemplaires des pl. XIII, pl. XIV, fig. 3, et pl. XXIV de mon étude antérieure.

En effet, dans l'exemplaire en question, pl. I*a*, on voit que la matière siliceuse à l'état compact, qui forme l'enveloppe du Bilobite, a offert plus de résistance à la décomposition que le grès qui l'a rempli intérieurement, ce que notre photographie rend clairement à la base de la figure, en indiquant une cavité qui sépare en partie cette enveloppe extérieure du reste du moule. Si cet exemplaire représentait le remplissage d'une trace, quel motif peut-on s'imaginer pour que la couche contiguë à l'argile et la roche de l'intérieur du moule eussent une composition différente?

On voit traversant obliquement cet exemplaire quelques veinules de quartz blanc, de formation postérieure sans doute, comme les veines plus ou moins épaisses du même minéral qui coupent les couches de quartzite.

L'exemplaire de la pl. III, fig. 1, remarquable par la netteté de l'ornementation des différents Bilobites, montre la superposition avec pénétration mutuelle de plusieurs moules de *Cr. furcifera* et *Cr. cfr. Goldfussi* ayant plus ou moins de relief, et en plans divers. L'orne-

mentation des exemplaires de la première espèce, celle dont nous nous occupons à présent, est très marquée, elle consiste en de grosses stries ou rides supérieurement carénées, à section triangulaire, divisées par des sillons larges et profonds, se bifurquant en plusieurs points et liées entre elles par des stries plus fines.

Les exemplaires de cette plaque ont été sans doute exposés sur le rivage pendant quelque temps, car leur surface est couverte de crêtes irrégulières de quartzite, qui représentent en partie le remplissage de fentes de retrait dans l'argile; d'autres sont des moules de corps sur lesquels reposaient les Cruziana, ou qui adhéraient à leur surface, parce qu'ils les ont déformés, ce qu'on observe mieux sur d'autres exemplaires de la même localité réprésentés dans la pl. VIII *a*.

La pénétration mutuelle des différents moules peut s'expliquer par la destruction successive des organismes, tombant les uns après les autres dans le même endroit; quelquefois pourtant elle s'est accomplie durant la vie des individus.

Dans l'exemplaire de la pl. VIII*a*, fig. 1, provenant da la même localité que l'exemplaire précédent, les empreintes du fond de la plaque qui peuvent se rapporter à *Cr. furcifera* sont moins distinctes. On voit aussi dans la surface de la plaque et passant au-dessus des Bilobites, plusieurs crêtes de quartzite, qui représentent le remplissage de fentes produites par le retrait superficiel de l'argile, mais qui eut lieu indépendamment du remplissage des moules de Bilobites, parce qu'en enlevant une partie d'une de ces crêtes qui traversait au milieu le Bilobite principal de cette plaque, on a vu qu'elle s'en est détachée facilement, laissant voir en dessous, sans aucune interruption ni alteration, l'ornementation du Cruziana. Dans le cas que ce dernier représentât une trace, son remplissage et celui de la fente se feraient sans doute simultanément, et les deux moules ne pouvaient par conséquent se montrer indépendants en laissant voir, sans la moindre interruption, l'ornementation du Cruziana. D'autres corps de forme cylindroïde, qui semblent traverser les Cruziana, proviennent probablement du remplissage de trous produits par le passage de vers *(Foralites)*.

L'autre exemplaire de *Cr. furcifera*, que nous répresentons dans la pl. V, fig. 1, malgré sont aspect fruste et son mauvais état de conservation, est pour nous de la plus grande importance, parce qu'il est à lui seul la négation absolue de la théorie des traces, si préconisée par M. Nathorst et par plusieurs autres paléontologistes et géologues très distingués.

L'empreinte de ce Bilobite, qui laisse toutefois reconnaître les caractères de l'ornementation de *Cr. furcifera*, est renfermée dans un bloc de grès très dur à peu de mica et contenant plusieurs grains de quartz vitreux dont le diamètre dépasse parfois 3 millimètres, tandis que les stries du moule, à leur arête culminante, sont beaucoup plus étroites, n'ayant sur quelques points que $^1/_2$ millimètre de grosseur. La partie la plus profonde de l'empreinte se trouve 5 centimètres à peu près au-dessous de la surface du bloc. Il est évidemment impossible qu'un animal quelconque, marchant sur le sable pût tracer des lignes plus fines que la grosseur du grain du sable qu'il entraînait forcément. Mais il y a en outre une autre considération qui prouve l'impossibilité que les vestiges du passage de l'animal dans de telles conditions puissent se conserver.

En effet, en examinant le tableau de M. David Stevenson, que M. Archibald Geikie présente dans son *Traité de géologie*[1], sur la puissance de transport des rivières animés de vitesses

[1] *Text-book of geology*. London, 1882, p. 368.—V. *antè*, p. 7.

différentes, on voit que la vitesse capable d'entraîner sur le lit d'un fleuve du sable gros comme celui de notre moule, est à peu près triple de celle qui soulèverait de l'argile fine de la même surface, c'est-à-dire, triple de celle qui détruirait fatalement les empreintes formées sur la vase, lesquelles sans doute ont dû se conserver bien mieux que celles formées sur le sable; donc, on reconnaît aussi par cette considération qu'il est absolument impossible que le moule en question représente une trace. Voici donc la démonstration de la proposition que j'ai avancée, et que je soutiens comme vraie, que — «Si les algues ne pouvaient se fixer sur un fond de sable, parce qu'elles ne sauraient résister au choc des vagues, des traces d'animaux quelconques pourraient encore moins se conserver dans les mêmes circonstances»[1].

CRUZIANA cfr. FURCIFERA, d'Orb.

Est. II, fig. 1 et 2

1885. *Cruziana cfr. furcifera*, Delgado. Étude sur les Bilobites, p. 40, pl. XX, fig. 3.

Les deux exemplaires représentés dans la planche citée ont manifestement l'ornementation superficielle de *Cr. furcifera*, et semblent répondre parfaitement par les détails des stries au type de l'espèce de la Bolivie, telle que d'Orbigny l'a représentée[2]; cependant par leur forme aplatie, par l'existence du rebord marginal et des faces latérales taillées perpendiculairement et unies, ils pourraient se rapprocher de *Cr. Goldfussi*, (Rou.) Nous avons donc par cela une preuve de plus en faveur de l'idée que j'ai émise, des liaisons qui rattachent les deux types *Cr. furcifera* et *Cr. Goldfussi*, formant les extrémités d'une série où sont intercalées plusieurs espèces considérées distinctes jusqu'à présent par les paléontologistes.

Par l'ensemble des caractères que nous venons d'indiquer, les exemplaires en question pourraient peut-être se rapporter à *Cr. Beirensis*, dont cependant nous les avons séparés à cause des détails de l'ornementation, et aussi parce qu'ils présentent un cordon latéral beaucoup plus gros et plus large que dans cette espèce, où ce cordon ne semble pas être un caractère essentiel.

Parmi les exemplaires représentés dans notre étude antérieure, c'est sans doute avec celui de la pl. XX, fig. 3, que nous avons rapproché de *Cr. furcifera*, qu'ils ont le plus de ressemblance.

Dans l'exemplaire de la fig. 1 on voit les deux faces latérales coupées verticalement et limitées à la partie supérieure par le bord des cordons latéraux, qui ne sont pas unis, mais au contraire chargés de nodosités. Par suite du mauvais effet de la lumière ces cordons, surtout celui du côté droit, paraît plus gros sur la figure qu'il ne l'est réellement, et on ne voit pas dans toute la surface du Cruziana les stries fines et très distinctes qui le garnissent.

---

1 *Étude sur les Bilobites*, p. 17.

2 *Voyage dans l'Amérique méridionale*, tom. III, 4e partie: *Paléontologie*, p. 31, pl. 1, fig. 2.

Dans l'exemplaire de la fig. 2, on voit la superposition de deux moules de *Cruziana*, qui se croisent perpendiculairement et sont en outre soudés avec les moules de deux branches superposées d'*Arthrophycus*, dont la plus supérieure présente son relief presque entier.

Quoique tous ces moules soient réduits presque à un même plan, je pense que la compression qu'ont subie les exemplaires de Cruziana a été très faible; mais il y eut la destruction partielle, ou plutôt la déchirure du premier exemplaire avant que le second fût venu se superposer à celui-là, et avant que le sable eût rempli les empreintes qu'ils ont gravées dans la surface de l'argile. En effet, la liaison qui existe entre le moule d'*Arthrophycus* et celui de Cruziana, le premier semblant sortir de celui-ci, ne peut s'expliquer que parce que la branche de l'*Arthrophycus* s'est déposée dans la cavité laissée par la destruction du Cruziana, ou par sa pénétration à travers ce corps, alors qu'il se trouvait déjà en état avancé de décomposition. C'est seulement après la réalisation de ce fait que les deux autres fragments de Cruziana et d'*Arthrophycus* se seraient déposés, les *Arthrophycus* conservant plus de relief, tandis que les Cruziana ne montrent que l'empreinte de leur surface inférieure.

On voit à la surface des exemplaires de Cruziana plusieurs cicatrices circulaires et des corps saillants cylindriques de 1 à 2 millimètres de diamètre, qui représentent très probablement des moules de *Foralites gracilis*, qui les ont traversés.

CRUZIANA RUGOSA, d'Orb.

Pl. IV

1885. *Cruziana rugosa*, Delgado. Étude sur les Bilobites, p. 47. pl. VIII; pl. IX. fig. 2; pl. X. fig. 2.

Cet exemplaire, de grandes dimensions, puisqu'il compte 34 centimètres de longueur, est représenté seulement en partie sur notre planche. Il offre de remarquable la différence de relief et d'ornementation des deux faces latérales; car, du côté droit il est coupé abruptement, mesurant à la partie supérieure de la figure plus de 4 centimètres de hauteur sur le plan de la couche, et ayant une ornementation semblable à celle de la surface, tandis que du côté gauche, dans la même partie, il est uni, coupé verticalement, et n'a que 1 à 2 centimètres de hauteur. Cet exemplaire montre dans le sens longitudinal une courbure ou bombement considérable, ayant presque 3 centimètres de flèche; il se rétrécit graduellement vers la partie postérieure, qui n'est pas représentée dans la figure, sur cette partie il est courbé vers chaque côté et les dessins de la surface descendent sur les faces latérales.

Nous avons déjà fait allusion à cet exemplaire dans le commencement de ce travail (p. 7), en montrant les difficultés qu'il offre pour qu'on puisse le considérer comme le moule d'une piste. Maintenant nous n'avons qu'à dire qu'il accroît la connaissance de l'espèce à laquelle nous l'avons rapporté, et qu'il établit un nouvel anneau à la chaîne qui unit cette espèce à *Cr. furcifera*, s'intercalant très naturellement entre les exemplaires des pl. VIII et IX, fig. 2, de notre première étude.

Avril, 1888.

Plusieurs veinules de quartz blanc cristallisé, de formation évidemment postérieure au remplissage du moule, occupent des fentes étroites qui traversent l'exemplaire obliquement et dans une direction presque parallèle.

CRUZIANA LEBESCONTEI, Delgado

Pl. VIII, fig. 1

1885. *Cruziana cfr. Beirensis*, Delgado. Étude sur les Bilobites, p. 52, pl. XXV, fig. 3.

Les moules de Cruziana de la plaque de quartzite que nous présentons dans la pl. VIII, fig. 1, appartiennent assurément à la même forme spécifique que le petit échantillon provenant de Bussaco représenté dans la pl. XXV, fig. 3, de mon étude antérieure; ils ne s'éloignent en vérité de la forme typique de *Cr. Beirensis* que par un plus grand nombre de stries, et par conséquent aussi par une moindre largeur des sillons qui séparent celles-ci. L'exemplaire de la pl. XXV, fig. 4, qui a les côtes plus larges et plus espacées répond bien, au contraire, au type de *Cr. Beirensis*.

Comme dans les exemplaires de cette espèce, *Cr. Lebescontei* a ses deux lobes très convexes, ils sont taillés perpendiculairement des deux côtés et séparés par un sillon longitudinal profond; les stries qui les garnissent se suivant obliquement vers chaque côté, se bifurquent très irrégulièrement près des rebords latéraux, qui sont étroits, dépourvus d'ornementation, de largeur inégale, et mal délimités du côté intérieur par une série irregulière de points imprimés.

Dans cette plaque on voit superposés et soudés intimement entre eux plusieurs moules de *Cr. Lebescontei;* l'un d'eux, celui où l'on peut le mieux étudier les caractères spécifiques, montre un relief très considérable, qui atteint 15 millimètres sur les autres Bilobites de la partie inférieure du dessin; ceux-ci, au contraire, sont tellement soudés dans la strate de quartzite qu'ils ne montrent que confusément les stries de la surface. Cela semble indiquer que ces derniers touchaient à peine la surface de la vase et avaient peut-être été presque entièrement détruits lorsque le sable vint les couvrir, tandis que celui qui présente plus de relief, et qui était enseveli dans la vase, a naturellement résisté plus longtemps à la décomposition, et a pu donc se fossiliser avec son relief presque entier.

CRUZIANA SAPORTAI, Delgado

Pl. V, fig. 2; pl. VII, fig. 1 et 2

Après bien des hésitations je me suis résolu à considérer ces exemplaires comme étant simplement des individus de la même espèce à différents degrés de développement, et non des formes distinctes, vu les plus grandes différences que l'on remarque dans la série variée de formes que nous sommes portés à rassembler dans *Cr. furcifera*.

L'espèce dont nous nous occupons, qui semble particulière au bassin silurien de Vallongo, où seulement on l'a découverte jusqu'à présent, appartient sans doute au groupe d'espèces qui a pour type *Cr. furcifera*, aussi reconnaît-on clairement ses affinités avec celui-ci et avec les espèces voisines.

Parmi toutes les espèces connues en Portugal c'est avec *Cr. Ximenezi*. Prado. qu'elle semble avoir des rapports plus étroits, ce que l'on reconnait en comparant la pl. VII de ce supplément avec la pl. XVII de mon étude antérieure: cependant l'examen attentif des exemplaires que nous avons sous les yeux nous y fait voir deux espèces distinctes: en effet les stries de *Cr. Saportai* sont plus fines et plus irrégulières, et les sillons qui les séparent sont moins distincts que dans l'autre espèce.

On ne peut non plus méconnaître les analogies qui lient *Cr. Saportai* avec *Cr. Monspelliensis*: cependant, ayant eu l'occasion de comparer les exemplaires que nous rapportons à la première espèce avec l'exemplaire type de *Cr. Monspelliensis*[1], j'ai pu m'assurer que notre espèce se distingue de l'espèce de l'Hérault par son ornementation, qui consiste en des stries fines, sinueuses, irrégulières et très serrées, tandis que les stries de *Cr. Monspelliensis*, quoique également fines, sont presque rectilignes et séparées par des intervalles très larges.

L'exemplaire de la pl. V, fig. 2, visiblement écrasé, lacéré et très déformé d'un côté, mesurait 11 centimètres à peu près de largeur à son état parfait. On reconnait qu'il possédait des bourrelets latéraux unis, où se terminaient d'une façon irrégulière les côtes de la surface.

L'exemplaire de la pl. VII, fig. 2, de bien moindres dimensions que l'exemplaire précédent, écrasé aussi et un peu déformé, semble représenter la terminaison d'une branche; on pourrait même croire, vu la superposition des deux moules qu'il renferme, que le Bilobite supérieur (dans la figure), qui est le plus petit, représente une ramification ou branche secondaire naissant de la tige principale, pareillement à ce qu'on observe dans l'exemplaire de *Cr. furcifera* de la pl. XII, fig. 1, de mon travail antérieur.

Très semblable par son ornementation à l'exemplaire que nous venons de décrire, celui que nous représentons sur la pl. VII, fig. 1, a cependant les stries plus fines et plus sinueuses, étant en outre limité latéralement par des bourrelets étroits et unis; il établit ainsi le passage naturel du premier exemplaire à *Cr. Lebescontei*.

Cette plaque montre plusieurs exemplaires de la même espèce, se superposant et se croisant en plans divers. Dans la partie supérieure de la figure, à droite, on voit le moule d'un Bilobite qui a un grand relief sur le Bilobite contigu et qui est couvert de stries très fines; il se présente courbé et visiblement étiré dans le sens longitudinal; un autre Bilobite qui le mieux montre les caractères de l'ornementation, se superpose à lui en le croisant obliquement. L'exemplaire de la gauche, qui dans la partie inférieure de la figure montre les stries presque longitudinales, a aussi été évidemment étiré dans ce sens; on reconnaît pourtant que le corps a subi cette déformation avant qu'il fut enseveli dans la vase et que ce n'est pas le moule qui s'est déformé, car dans ce cas-ci tous les moules de la plaque auraient subi une modification semblable.

[1] M. de Saporta a eu l'obligeance de m'envoyer cet exemplaire en communication, ce dont je lui renouvelle ici l'expression de ma reconnaissance.

CRUZIANA HUGHESI, Delgado

Pl. VI

Les différences que l'exemplaire de la planche citée offre par rapport à *Cr. Saportai* sont à mon sens du même ordre que celles qui séparent *Cr. rugosa* de *Cr. furcifera*, lesquels d'ailleurs appartiennent, je le crois, à un même type. S'il y a donc un motif pour conserver ces deux noms comme représentant deux formes distinctes, il en existe aussi pour créer un nom spécial qui désigne le très bel exemplaire que nous présentons aujourd'hui.

Si les rapports de cet exemplaire avec *Cr. Saportai*, et par conséquent avec *Cr. furcifera*, ou mieux encore avec *Cr. Monspelliensis* sont évidents, il faut bien reconnaître aussi ses affinités avec *Cr. Goldfussi* par l'existence des larges bourrelets marginaux qui le limitent. Donc, tenant par ses caractères de chacun de ces types distincts, il établit un nouveau point de liaison entre eux, comme nous l'avons déjà remarqué pour d'autres espèces.

Les caractères principaux de *Cr. Hughesi*, qui la distinguent de *Cr. Saportai*, avec lequel il a certainement les rapports d'affinité les plus intimes, consistent dans ses stries fines, serrées, mais moins irrégulières que dans cette espèce, dans l'existence de bourrelets latéraux unis, distincts, de largeur inégale, relevés en haut, et séparés en quelques points par un sillon large et profond, et surtout dans la tendance à la division en anneaux transversaux, à peine indiqués par des sillons très effacés, qui ne parviennent pas à interrompre les stries qui couvrent la surface de l'exemplaire.

Notre plaque, pl. VI, montre trois Bilobites plus gros disposés presque parallèlement, et d'autres plus étroits, qui occupent des plans différents, se superposant et se croisant de différentes manières. Le Bilobite qui traverse la plaque au milieu offre un relief considérable (24
millimètres) sur les Bilobites contigus du côté gauche dans la partie supérieure du dessin, pré-
cisément où il a la surface plus usée par les agents extérieurs, et il est limité latéralement
par des surfaces unies. Le Bilobite du côté gauche, étant dans le même plan que le Bilobite mé-
dian à la partie inférieure du dessin, s'enfonce dans la plaque vers sa partie supérieure, se ca-
chant sous d'autres Bilobites et montrant de chaque côté des faisceaux de stries en direction
moins oblique que celles près du sillon longitudinal, et se superposant à ces dernières comme
chez *Cr. Monspelliensis*. Le Bilobite du côté droit, juxtaposé en partie au Bilobite médian, et
se croisant après avec ce dernier, se cache sous celui-ci et s'enfonce aussi dans la plaque de
quartzite à la partie supérieure du dessin, en se soudant avec les empreintes d'autres Cruziana.

Cet exemplaire a été recueilli dans la serra de Santa-Justa (Vallongo) où se trouve aussi *Cr. furcifera* (pl. I); il représente une forme distincte de celui-ci et établit, ensemble avec les autres Cruziana de cette contrée caractérisés par des stries fines, le passage entre *Cr. Beirensis* et *Cr. Goldfussi*. Il occupe une partie de la lacune qui existait entre ces deux espèces et qui n'avait pas encore été remplie jusqu'à présent.

Plusieurs veinules très minces de quartz blanc traversent la plaque dans des directions différentes.

CRUZIANA RENEVIERI, Delgado

Pl. III, fig. 2

L'exemplaire que nous représentons dans cette planche diffère de tous les autres que nous avons examinés par les caractères de son ornementation. Dans cet exemplaire les stries sont presque rectilignes, très fines, séparées par des sillons relativement larges et peu profonds, et qui n'ont qu'une faible obliquité sur l'axe; elles se bifurquent irrégulièrement et s'anastomosent avec d'autres stries encore plus fines approchant des rebords latéraux. Ceux-ci sont de largeur inégale, relevés en haut et séparés par un sillon profond des lobes du Bilobite, principalement à l'endroit où ils sont plus larges. Cet exemplaire montre, comme *Cr. Hughesi,* une tendance à la division en anneaux par l'existence de sillons transversaux larges et peu marqués.

Parmi les espèces que nous possédons c'est avec *Cr. Lebescontei* (pl. VIII, fig. 1) qu'elle montre plus de rapports, néanmoins sa moindre convexité, la moindre obliquité des stries et la délimitation plus claire des bourrelets latéraux nous portent à dénommer spécialement cet exemplaire. On pourrait le comparer avec *Cr. Goldfussi,* surtout avec les exemplaires de la pl. XXV, fig. 1 et 2; son ornementation est pourtant très différente.

Adhérant à la surface de la plaque et des Bilobites mêmes, on voit plusieurs fragments de quartzite à forme irrégulière, qui représentent soit le remplissage de petites cavités ou d'inégalités à la surface de la vase, soit des moules d'objets inertes qui s'y trouvaient épars, ou peut-être aussi ont-ils en partie l'origine organique comme les Bilobites mêmes.

La surface de l'exemplaire est un peu fruste, sans doute à cause de son exposition prolongée à l'action des agents atmosphériques.

CRUZIANA BARROISI, Delgado

Pl. VIII, fig. 3

1885. *Cruziana sp. aff. Cordieri.* Delgado. Étude sur les Bilobites, p. 60, pl. XX, fig. 2.

La constance de cette forme de Cruziana, que j'ai déjà représentée dans mon étude antérieure, où je l'ai rapprochée de *Cr. Cordieri* avec lequel elle a vraiment par sa forme générale quelques rapports d'affinité, me porte maintenant à proposer pour elle un autre nom. En effet, si par son remarquable aplatissement et par l'existence des deux bourrelets latéraux, larges et mal définis, elle se rapproche de *Cr. Cordieri,* elle s'en éloigne d'un autre côté par l'ornementation très fine qui la couvre, ce qui nous autorise à l'emploi d'un nom spécial pour la distinguer.

Les stries qui couvrent sa surface sont fines, resserrées, sinueuses, un peu confuses

même, et il n'est pas possible de les suivre sur une grande étendue, ce qui fait qu'on ne les aperçoit guère dans les exemplaires un peu endommagés par l'action du temps. Elle est presque plane à sa face supérieure, cependant elle a un sillon longitudinal relativement profond et bien distinct, contrastant par conséquent avec les sillons qui limitent les bourrelets latéraux, lesquels sont presque indistincts sur plusieurs points. Elle semble limitée latéralement par des surfaces planes et unies, comme *Cr. Goldfussi*.

L'observation que j'ai déjà faite ailleurs se vérifie encore dans cette espèce, c'est que lorsque les rebords latéraux sont larges, ils se présentent moins clairement limités.

CRUZIANA GOLDFUSSI, (Rou.)

Pl. II, fig. 3

1885. *Cruziana Goldfussi*, Delgado. Étude sur les Bilobites, p. 53, pl. XII, fig. 2; pl. XVIII, fig. 3, 4; pl. XXIV; pl. XXV, fig. 1, 2.

L'exemplaire de la planche citée, dont les dimensions sont un peu inférieures à celles de l'exemplaire de la pl. XXIV de notre étude précédente, que nous avons pris pour type de l'espèce, offre cependant assez d'analogie avec ce dernier pour que nous n'hésitions pas à le considérer de la même forme spécifique.

On voit dans cette plaque avec une netteté admirable, se superposant en plans divers, différents moules de Bilobites, dont quelques-uns ont un grand relief (jusqu'à 16 millimètres de hauteur) sur les autres Bilobites de la surface de la plaque, et d'autres qui se croisent dans le même plan et se pénétrent mutuellement. Plusieurs crêtes ou masses lenticulaires de quartzite à formes pseudo-régulières se suivent sur cette plaque et lient les Bilobites entre eux. Ces crêtes sont quelquefois intimement soudées avec le quartzite qui a rempli les moules de ces organismes, et paraissent donc être le résultat du remplissage de fentes produites à la surface de l'argile, qui s'est fait conjointement avec celui des moules des mêmes organismes. D'autres fois ces crêtes, montrant des formes assez régulières, passent sur quelques moules de Bilobites, y adhérant ou non, et pénètrent latéralement dans un autre Bilobite, dans ce cas devant être considérées comme le remplissage de trous ouverts dans la vase par un animal, qui a aussi pénétré dans l'intérieur du Cruziana. Enfin quelquefois encore, là où il n'y a pas de liaison entre ces crêtes et les Bilobites, elles y laissent cependant leur forme imprimée, et alors on peut croire qu'elles soient des moules d'autres corps qui se trouvaient sur la plage, ou qu'elles représentent le remplissage de trous ouverts dans la vase par un animal, lesquels ont aussi atteint horizontalement la surface du Cruziana. Il pourrait arriver aussi que, les organismes ayant été entièrement détruits, les fentes produites par la dessication et qui ont traversé l'argile près de la surface, aient interrompu de même les parois des cavités qu'occupaient ces corps, et dans ce cas le remplissage de ces fentes pourrait se présenter après comme des veinules traversant les moules des Cruziana, fait qu'on observe précisément dans cet exemplaire.

Cette plaque montre aussi à la surface des Cruziana, des empreintes ou cicatrices circulaires d'un petit diamètre, qui représentent très vraisemblablement les moules de trous lais-

sés par un ver à son passage (*Foralites gracilis*). On y voit encore sur le sillon longitudinal du Cruziana principal une cavité circulaire plus grande, bien visible dans le haut de la figure, et qui a 4 millimètres de diamètre. Au milieu de cette cavité on aperçoit un corps cylindrique qui la remplit (*Foralites Pomeli*).

CRUZIANA cfr. GOLDFUSSI, (Rou.)

Pl. III, fig. 1; pl. VIII, fig. 4; pl. VIII *a*, fig. 1, 3, 4.

1885. *Cruziana cfr. Goldfussi*, Delgado. Etude sur les Bilobites, p. 58, pl. XXI, fig. 2; pl. XXVII.

Nous avons réuni sous cette dénomination les exemplaires des planches citées vu leur parfaite correspondance avec ceux que nous avons représentés dans les pl. XXI et XXVII de notre étude antérieure, et qui ne diffèrent, comme ceux-ci, des exemplaires typiques de *Cr. Goldfussi*, que par leurs dimensions.

Ces cinq exemplaires proviennent tous de la même localité, et bien qu'ils appartiennent évidemment à la même forme spécifique, j'ai cru utile de les faire représenter, parce qu'ils fournissent de nouvelles preuves que les Cruziana ne peuvent être des moules de pistes d'animaux.

Dans la plaque de la pl. III, fig. 1, où se montrent entrelacées et superposés dans des plans différents plusieurs exemplaires de cette espèce et de *Cr. furcifera*, comme il arrive dans la plaque de la pl. XXVII, l'un des premiers montre un relief extraordinaire (13 millimètres au-dessus du plan où se trouvent les autres Bilobites du côté droit de la plaque de quartzite) par rapport à sa largeur, qui est de 16 millimètres. Ce même Bilobite, dans le croisement avec les moules de *Cr. furcifera*, se présente cependant presque de niveau avec eux, le premier ayant été probablement détruit en partie, quand les seconds vinrent le croiser; ce n'est qu'ainsi qu'on peut comprendre la pénétration de ces moules à travers le premier, en combinaison avec d'autres faits que révèle l'examen de cette plaque et d'autres de la même localité. De même, l'exemplaire de *Cr. furcifera*, coupé à l'extrémité droite de la plaque, montre un grand relief (15 à 17 milimètres) sur les Bilobites contigus.

Cette plaque est couverte de plusieurs crêtes irrégulières de quartzite, dont quelques-unes semblent représenter le remplissage de fentes de retrait dans l'argile produites à la surface du rivage avant le dépôt de la couche sablonneuse, lequel s'est fait probablement alors que les Bilobites n'étaient pas encore entièrement détruits; d'autres crêtes représentent le remplissage des traces de vers qui ont perforé à la fois le limon et les Cruziana, ou même elles représentent des corps qui se trouvaient épars sur le rivage, comme nous avons remarqué à propos de l'exemplaire de *Cr. Goldfussi* (pl. II, fig. 3). Comme dans cet exemplaire, les Bilobites de cette plaque sont aussi traversés par des moules de *Foralites*.

L'exemplaire de la pl. VIII, fig. 4, provenant de la même localité que l'exemplaire précédent et appartenant évidemment à la même espèce, montre également la superposition de plusieurs moules de Cruziana, qui ont été détruits successivement au même endroit et se sont fossilisés ensemble par le procédé que nous avons décrit. En effet, dans la partie supérieure

de la figure, où l'on voit la superposition et la pénétration de trois exemplaires de *Cr. cfr. Goldfussi* de différents diamètres, et le croisement avec un autre exemplaire de la même espèce qui traverse obliquement la plaque, les stries de l'un d'eux semblent se voir par transparence à travers l'autre, pareillement à ce qu'on observe sur l'exemplaire de la pl. XXVII, mais sans que la torsion du Bilobite se soit produite comme dans celui-là. Le croisement de pistes d'animaux, quelles qu'aient été les conditions où il se soit fait ne saurait offrir une semblable apparence: l'aspect des moules est précisément l'opposé de ce qu'il devrait être s'ils représentaient des pistes, parce que c'est le moule le plus inférieur (en supposant la strate de quartzite dans sa position naturelle) c'est-à-dire, celui de la trace formée en premier lieu qui se présente le plus parfait, ce qui est en opposition complète avec ce qui devrait arriver dans l'hypothèse des pistes. Par contre, cette disposition est facilement compréhensible quand on considère la fossilisation de corps qui avaient une pellicule extérieure solide, comme nous le supposons chez les Bilobites, laquelle se serait fossilisée simultanément dans tous.

Le moule de Cruziana qui se montre isolé dans cette plaque, a relativement un grand relief, puisqu'il fait saillie de 6 à 7 millimètres en dehors de la surface de la couche. Dans cette surface et sur les Bilobites, se montrent plusieurs corps épars, de forme irrégulière, qui repré- sentent vraisemblablement le remplissage de cavités qui se trouvaient à la surface de l'argile, et quelques-uns représenteront peut-être le remplissage de trous pratiquées dans la vase par des animaux qui ont aussi pénétré dans les Cruziana. Enfin, il y a d'autres moules de forme cylin- droïde que appartiennent évidemment à des *Foralites*.

Sur la pl. VIII *a*, fig. 1, 3 et 4, sont représentées d'autres plaques, où l'on voit des exemplaires de *Cr. cfr. Goldfussi* à divers degrés de développement, associés dans la pre- mière plaque à des empreintes peu distinctes de *Cr. furcifera*. Ce qu'elles offrent cependant de plus remarquable c'est le croisement de plusieurs corps de forme lenticulaire ou crêtes de quartzite, passant sur les Bilobites. J'ai intentionnellement cassé quelques-uns de ces corps, qui tantôt laissent voir par-dessous, comme dans la fig. 1, l'ornementation du Cruziana sans la moindre altération; tantôt, au contraire, ils ont écrasé l'exemplaire quand ils se sont appliqués contre le Bilobite, comme dans la fig. 4. Dans le premier cas, ces corps représentent visible- ment le remplissage de fentes de retrait produites antérieurement à la chûte du Bilobite sur l'argile, ou en tout cas formées avant que l'enveloppe extérieure du Bilobite eût été détruite. Dans le second cas, il est évident que ces corps ne peuvent représenter le remplissage de fentes de retrait dans l'argile, mais ils représentent, au contraire, des moules de corps préexistants à la surface du rivage, sur lesquels le Cruziana est tombé; il est d'ailleurs certain que les fentes se seraient remplies en même temps que les empreintes de Cruziana, ne formant qu'un seul corps, si ces derniers représentaient des pistes d'animaux ayant marché sur le rivage vaseux.

Si l'on ne veut pas admettre l'écrasement du Bilobite, et si l'on suppose plutôt que c'est le passage d'un ver qui, perforant la vase (comme dans l'exemplaire de la pl. II, fig. 3) a creusé un sillon dans la surface du Cruziana, ce n'est pas un motif pour que l'on croie que celui-ci ne représente pas un organisme; l'interruption dans une piste produite antérieurement ne peut se montrer en creux à la surface du moule représentant le remplissage de cette piste, parce qu'il n'existait rien dans la cavité qu'elle formait lorsque la seconde vint la traverser; en outre, nous l'avons déjà dit, les moules des deux traces, quand leur remplissage s'est opéré, devraient nécessairement se souder entre eux.

Le Cruziana principal qui traverse de haut en bas l'exemplaire de la fig. 4, a un grand relief (7 à 8 millimètres) sur la surface de la plaque. Quelques exemplaires de Cruziana de la plaque, fig. 3, s'élèvent également beaucoup au-dessus de la surface de cette plaque.

RHYSOPHYCUS BILOBATUS, Hall.

Pl. VIII, fig. 3

1852. *Rusophycus bilobatus*, Hall. Palæontology of New-York, vol. II, p. 24, pl. IX, fig. 1, 2, 3.

Je ne doute plus que l'exemplaire de *Rhysophycus*, représenté dans la figure citée, n'appartienne à la même espèce que les exemplaires d'Amérique figurés par l'éminent paléontologiste de l'état de New-York, malgré sa moindre longueur, puisqu'il est visiblement raccourci par la compression dans le sens longitudinal.

Cet exemplaire, le seul de cette espèce que j'aie observé jusqu'à présent, a la forme ovale large: très rugueux transversalement, il est coupé de chaque côté en un petit talus, et divisé dans le sens longitudinal par un sillon profond, que la compression a un peu effacé. Les rides qui le couvrent sont très grosses et très irrégulières, caractère par lequel on distingue facilement cet exemplaire des deux autres espèces de *Rhysophycus* décrites dans notre étude antérieure; il est, en outre, déprimé aux deux extrémités, et son plus grand relief est au milieu, comme le professeur J. Hall l'indique pour l'espèce à laquelle nous le rapportons.

Dans quelques exemplaires de cette espèce le savant paléontologiste a observé une tige cylindrique naissant dans le sillon longitudinal, et qu'il a considérée comme le pédicule de l'algue. Notre exemplaire ne montre pas le moindre vestige de cette tige, comme il arrive d'ailleurs dans la plupart des exemplaires américains.

RHYSOPHYCUS? (an RHYSOPHYCUS ROUAULTI, Lebesc.)

Pl. VIII, fig. 2

1885. *Rhysophycus cfr. Rouaulti*, Delgado. Étude sur les Bilobites, p. 72, pl. XXXIV, *non* pl. XXXIII.

Le moule que nous représentons dans cette figure est d'une détermination très douteuse, et je n'hésite pas à le considérer comme celui d'une trace, d'autant plus qu'il provient d'une localité, où il est presque sûr qu'à l'époque silurienne a existé un rivage qui alternativement est demeuré à découvert ou a été submergé, et sur lequel ont pu donc marcher des animaux terrestres aussi bien que des animaux marins.

Cet exemplaire, quoiqu'il ne soit qu'un simple fragment, appartient évidemment à la même forme spécifique que les exemplaires découverts dans la serra de Niza, et que nous avons

représentés dans notre pl. XXXIV; l'analogie avec ces exemplaires devient même évidente lorsqu'on fait la comparaison avec la fig. 1 de cette planche, dans la partie où le moule qu'elle représente est plus irrégulier. Il me semble aussi qu'il ne peut y avoir de doute que ces exemplaires soient de la même espèce que ceux que M. Lebesconte a obtenus à la Bouexière (Ille-et-Vilaine) et auxquels il a donné le nom de *Rhysophycus Rouaulti*. Cependant, les observations faites par M. Zeiller, près de Villers-sur-Mer, de traces d'insectes[1] dans le fond d'une petite mare d'eau douce à demi desséchée, montrent la possibilité que les moules dont nous parlons ne représentent pas des organismes, mais qu'ils sont plutôt les vestiges du passage de quelque animal traversant le limon du rivage à une petite profondeur de la surface. En effet, l'insecte qui a laissé ces traces, avait creusé des galeries de 15 millimètres de diamètre, parallèlement à la surface du sol et à une profondeur de 5 centimètres, en soulevant l'argile en des rangées de mamelons irréguliers, avec la forme générale des moules en question. Le peu de netteté et même la confusion des empreintes représentées sur la pl. XXXIV, fig. 1, nous porterait facilement à admettre cette idée.

J'avoue que j'ai donné lieu à une confusion en désignant par un même nom spécifique les exemplaires de la pl. XXXIII, fig. 1 et 3, et ceux de la pl. XXXIV, et par conséquent que j'ai commis une erreur en affirmant que les *Rhysophycus* puissent atteindre une longueur considérable et acquérir une forme analogue à celle des Cruziana. Il est bien possible, au contraire, que les exemplaires de Serra de Niza, sur lesquels j'ai fondé une telle opinion, représentent en effet les moules des traces d'un animal, soit formées immédiatement par son passage à la surface de l'argile, soit médiatement par le creusement d'un tunnel comme ceux que M. Zeiller a observés sur le rivage de Villers-sur-Mer. La première hypothèse est plus facile à comprendre, vu que les moules sont taillés perpendiculairement de chaque côté.

ARTHROPHYCUS cfr. HARLANI, Hall.

Pl. IX et X

1885. *Arthrophycus cfr. Harlani*, Delgado. Étude sur les Bilobites, p. 75, pl. XXIII, XXXV et XXXVI.

Pour compléter la connaissance de cette espèce, si caractéristique des quartzites de la base de notre système silurique, et dont nous avons déjà représenté quelques exemplaires remarquables, surtout sur la pl. XXXV de notre étude antérieure, il nous parut convenable de faire reproduire dans ce supplément d'autres exemplaires qui nous semblent de même très instructifs.

Etant convaincu que tous les exemplaires d'*Arthrophycus* que nous possédons appartiennent, malgré les différences de dimensions et de forme, à une même espèce, nous les désignons toujours sous le nom donné par M. James Hall aux exemplaires d'Amérique, quoiqu'ils

[1] C'est la courtilière (*Gryllotalpa vulgaris*) qui a ouvert ces trous. (*Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XII. 1884, p. 679, pl. XXX).

aient généralement un plus grand diamètre que ces derniers[1], et quoique l'horizon où ils paraissent soit, comme nous l'avons déjà remarqué, très inférieur à celui qu'ils occupent en Amérique[2].

Dans nos dernières explorations nous avons pu vérifier que les *Arthrophycus* se présentent souvent fossilisés en plein relief, et qu'ils se rencontrent fréquemment à la face supérieure des strates de quartzite. Près du moulin de Carregueira sur la route de Mação[3] est exposée une suite de strates de quartzite de $0^{m},2$ à $0^{m},4$ de grosseur et plongeant de 30° vers le cadran du S.O., dont quelques-unes montrent la surface ridée par un *ripple-mark*. Plusieurs de ces strates ont la surface supérieure entièrement couverte de moules d'*Arthrophycus*, tantôt adhérant fortement à la surface de la strate, tantôt s'en détachant et laissant à leur place des sillons plus ou moins profonds et sinueux avec l'empreinte de ces fossiles. Donc, en ce cas, il ne reste aucun doute que la fossilisation se fit en relief complet, et que les moules ne représentent pas des pistes d'animaux; parce que, dans le cas affirmatif, ils devraient nécessairement se trouver soudés à la strate sablonneuse à laquelle ils auraient dû leur formation, c'est-à-dire, à la surface inférieure de la couche quartzeuse supérieure, ce qui est justement le contraire de ce que nous avons observé.

En effet, les différents cas figurés par M. Nathorst dans sa coupe schématique[4] où il montre les différentes formes que peuvent présenter les traces de *Corophion longicorne*, donnent l'explication de plusieurs circonstances de la fossilisation, mais ils ne sauraient donner un moule cylindrique avec relief entier à la surface supérieure de la strate, adhérant faiblement à celle-ci, ou pouvant même s'en détacher, comme c'est le cas pour les exemplaires d'*Arthrophycus* observés à Carregueira.

«Il n'existe rien, dit M. Nathorst, qui soit de nature à empêcher qu'une trace en tunnel ne suive parfois la limite entre la couche de sable et celle d'argile, et il en résulte alors cette circonstance que *l'on voit la moitié du fossile dans la roche et l'autre moitié dans l'argile*».

Je suis parfaitement d'accord, mais en ce cas le moule se montrerait soudé au grès de la couche supérieure, formant corps avec elle, et ne pourrait se montrer dégagé entre les deux couches.

Il est à remarquer aussi que, dans une coupe que nous avons faite à Ameixieira (au nord de Mação) tandis que quelques strates de quartzite sont entièrement couvertes de moules de Bilobites (*Cruziana* et *Arthrophycus*), d'autres strates contiguës, de caractères parfaitement identiques, ne montrent même pas la moindre trace de ces fossiles, ce qui est peu compatible avec l'hypothèse de pistes d'animaux, qui naturellement se seraient produites pendant toute la

---

[1] Le diamètre des branches d'*Arthrophycus* dans les exemplaires d'Amérique est, selon le professeur J. Hall, de $1/4$ à $1/2$ pouce ordinairement, cependant il atteint souvent 1 pouce (25.4 millimètres). Les exemplaires portugais, au contraire, présentent en général ce plus grand diamètre.

[2] Il est sans doute intéressant d'observer qu'il se trouve en Portugal, dans l'assise de quartzites à Bilobites, laquelle occupe évidemment la base de l'étage de la faune seconde silurienne, non seulement cette espèce, appartenant au grès de Medina dans l'état de New-York, mais encore *Rhysophycus bilobatus*, qui appartient au groupe de Clinton, donc toutes les deux du Silurique supérieur de l'Amérique.

[3] Cet endroit est facilement accessible et chacun pourra, s'il le veut, s'assurer de ses propres yeux de la vérité de ce que nous affirmons. Il se trouve sur la route de Carregueira à Mação, à 250^{m} de distance au N. 53° O. du moulin à vent de Carregueira, lequel sert de signal géodésique.

[4] *Op. cit.*, fig. 18, p. 29.

formation des dépôts, et il n'y a pas de motif pour qu'elles aient disparu alternativement sans laisser des vestiges plus ou moins évidents dans toutes les strates. Au contraire, les organismes qui existaient à une certaine distance du rivage, auraient pu être renversés de temps en temps par les courants plus forts qui se seraient formés, et être lancés par intervalles sur le rivage par les vagues, comme le sont les algues de nos jours, et cela donne l'explication pourquoi ils ne se laissent voir que dans quelques strates déterminées.

Dans la pl. 4, fig. 2, de son dernier travail, M. Nathorst représente quelques traces, dont 20 différentes, se croisant dans une petite aire; mais outre que l'explication qu'il donne pour la formation des moules d'*Arthrophycus* est inacceptable, comme nous l'avons prouvé ci-devant (p. 15), il déclare lui-même qu'il n'y a que les dernières traces qui se présentent nettement, comme d'ailleurs il doit naturellement arriver[1]. Or, c'est précisément ce qui n'a pas lieu avec les moules d'*Arthrophycus*, qui ne sont pas plus ou moins distincts parce qu'ils se superposent en plus ou moins grand nombre; la netteté des formes des exemplaires bien conservés est toujours la même.

En ce qui regarde l'animal qui produirait ces traces, M. Nathorst ne se prononce pas entre les traces d'un ver (ce que le sillon médian semble contredire), d'un gastropode ou d'un crustacé[2]. Cependant, comme dans les mêmes strates qui renferment les *Arthrophycus* il ne se présente jamais aucun vestige de ces animaux, quoique d'autres strates de grès supérieures où inférieures à celles-là en renferment, nous nous trouvons en face de la même difficulté que nous avons déjà signalée pour les Cruziana, savoir, que les traits les plus fugitifs, qui fatalement devraient disparaître les premiers, sont ceux qui restent, tandis que les parties solides de ces animaux, la coquille des mollusques ou la carapace des crustacés, ont *toujours* été entièrement détruites!

Parmi les nombreux exemplaires d'*Arthrophycus* que nous possédons, un des plus singuliers et qui offre sans doute beaucoup de intérêt c'est celui que nous représentons dans notre pl. X. Cet exemplaire montre l'enroulement plusieurs fois répété de la même tige sur elle-même décrivant un cercle entier, les tours du moule se superposant et se soudant les uns aux autres, mais conservant leur relief entier, de sorte que le tour supérieur s'élève à plus de 3 centimètres au-dessus de la surface de la strate de quartzite.

Quoique assez endommagé à la surface, cet exemplaire rappelle involontairement à notre esprit, bien qu'on prétende le contraire, une tige sous-cylindrique très longue[3] et très flexible, se dressant verticalement du fond de la mer et flottant au milieu des eaux, et qui par suite des courants, de son propre poids et de celui des sédiments qui vinrent la charger, ou par une autre cause quelconque, est tombée, se repliant sur elle-même, juste dans l'endroit où elle était implantée. Mais, que cette hypothèse soit ou non véritable, il faut convenir en tout cas que la théorie des traces ne peut pas fournir une explication parfaite de cette forme si singulière, parce-qu'on ne comprend pas comment un animal pourrait ouvrir dans la vase un tunnel avec cette

---

[1] «...et quoique naturellement plusieurs d'entre elles soient effacées, les dernières sont néanmoins parfaitement distinctes». (*Op. cit.*, p. 33).

[2] «Pour ce qui concerne l'animal auquel on doit *Harlania*, il est difficile de rien dire de positif, vu que l'on a à choisir entre les traces d'un ver (circonstance que semble toutefois infirmer le sillon médian), d'un gastéropode, ou peut-être même d'un crustacé». (*Op. cit.*, p. 34).

[3] Comme le sont d'autres exemplaires que nous avons décrit. (Cfr. p. 74 de mon mémoire antérieur).

forme, en l'élargissant toujours de telle sorte que cet élargissement coïncidât justement avec les dimensions de son propre corps, les parois se conservant pour recevoir ensuite le remplissage de sable quand la strate supérieure s'est formée.

Dans la *Palæontology of New-York*, vol. II, pl. 2, fig. 1 *c*, le professeur J. Hall représente un exemplaire semblable à celui-ci, quoique de dimensions bien moindres, et montrant seulement deux tours de spire, qui ne se superposent pas. Le savant paléontologiste américain a pourtant trouvé dans cette disposition un fondement pour juger que l'exemplaire représentait une plante qui avait crû dans la position verticale ou sous-verticale, en attribuant à la pression supérieure la forme qu'elle a prise.

Ainsi que l'exemplaire de la pl. XXXV, fig. 3, de mon étude précédente réprésente très probablement la base de la tige de cette espèce, de même celui que nous représentons maintenant dans la pl. IX, fig. 2, de ce supplément, semble indiquer la terminaison supérieure de l'*Arthrophycus* en voie de développement, selon ce que MM. de Saporta et Marion avaient déjà observé[1].

Cet exemplaire montre un faisceau de branches parallèles, chacune se terminant subitement en un bout arrondi, les anneaux ou rides transversales y étant beaucoup plus étroites et plus resserrées et le sillon longitudinal plus prononcé, comme si elles tendaient à la bifurcation, laquelle est d'ailleurs observable chez d'autres individus.

Ce mode de terminaison n'a rien de semblable au moule d'une piste, qui ne pouvait pas s'interrompre subitement, comme le montre la figure, tout en conservant sa forme dans la cavité déjà ouverte par une autre trace faite antérieurement et en sens perpendiculaire à celle-là.

On voit distinctement dans l'exemplaire de la pl. IX, fig. 3, l'indépendance des différents moules d'*Arthrophycus*, se suivant parallèlement et juxtaposés les uns à côté des autres jusqu'à se pénétrer mutuellement, mais chacun gardant cependant son ornementation particulière et son relief. Ces circonstances ne sauraient se produire si ces moules représentaient des pistes d'un animal, parce que le sable qui viendrait les remplir, les joindrait inévitablement et les confondrait toutes.

Il faut aussi observer, quant à la reproduction artificielle des branches d'*Arthrophycus*, sans doute la plus simple, faite par M. Nathorst, qu'elle ne correspond pas aux moules que présentent les quartzites, dans lesquels on n'observe pas de variation appréciable dans la largeur, quelque longs qu'ils soient, comme il serait inévitablement le cas pour les traces, selon que l'animal aurait pénétré plus ou moins profondément dans la vase; et il n'est pas croyable qu'il marchât toujours exactement à la même profondeur, c'est-à-dire, parallèlement à la surface du rivage. En effet, dans notre grande plaque de Penha Garcia, que nous décrivons à la p. 75 de notre étude antérieure, nous avons vu que la même branche d'*Arthrophycus* se prolonge avec une largeur égale sur une longueur de 1m.20. Cette même observation avait été déjà faite par le professeur J. Hall: il dit que les *Arthrophycus* consistent en tiges simples, flexibles, longues, de dimensions presque égales dans toute leur longueur, ou se partageant près de la racine en plusieurs branches, qui ensuite se conservent ordinairement simples[2].

D'ailleurs, il importe peu de savoir si des empreintes de forme analogue à celles que

[1] Saporta et Marion, *L'évolution des cryptogames*, p. 81.

[2] *Palæontology of New York*, vol. II, p. 5.

présentent les *Arthrophycus* peuvent se produire artificiellement par un procédé du reste peu naturel; il est essentiel de prouver que ces sillons, dans le cas où ils se produisissent, pourraient se conserver à la surface de la strate d'argile jusqu'à leur consolidation partielle, de sorte qu'ils pussent recevoir le moulage de la strate sablonneuse subséquente. Or, je ne comprends pas quelle espèce de trace pourrait se produire à la surface de l'argile qui permît que le moule se présentât en relief complet sur cette surface. La difficulté sur ce point est donc la même, ou encore plus grande que par rapport aux Cruziana, parce qu'ils se présentent dans la même suite de strates que ces fossiles, lesquels, nous l'avons déjà vu, devraient dans cette hypothèse avoir été formés sous l'action de courants plus ou moins forts, ou resteraient exposés sur le rivage à plusieurs causes de déformation et de destruction, qui ne se manifestent jamais dans les *Arthrophycus*.

EXPLICATION DES FIGURES

A l'exception de la pl. **Ia** toutes les figures sont à l'échelle naturelle. Tous les exemplaires appartiennent aux collections de la Commission des travaux géologiques du Portugal.

PLANCHE I

CRUZIANA FURCIFERA, d'Orb., p. 53.

Exemplaire endommagé en partie à la surface, mais montrant très distinctement l'ornementation de cette espèce. On y voit plusieurs corps allongés, correspondant à un sillon longitudinal et semblant sortir de l'intérieur du Cruziana; ils sont intimement soudés entre eux, ont la surface couverte de cannelures et de stries longitudinales, et convergeant ensemble en un faisceau, représentent peut-être le rhizome ou moyen de fixation de l'organisme sur le fond de la mer, pareillement à l'exemplaire de *Cr. Bagnolensis*, que nous avons représenté sur la pl. XXVIII, fig. 3, de notre étude antérieure. Si cette interprétation n'est pas juste, ces corps représenteraient alors des moules de *Foralites*.

L'exemplaire montre, en outre, épars à la surface, d'autres corps saillants, unis, qui semblent représenter la base d'insertion de corps analogues aux précédents, et plusieurs cicatrices circulaires, qui sont vraisemblablement le vestige du passage d'animaux qui auraient traversé le Cruziana, peut-être dans le but d'y chercher leur nourriture *(Foralites)*.

L'usure que cet exemplaire a subie par l'action des agents atmosphériques, qui a épargné en certains endroits l'enveloppe extérieure, en pénétrant au contraire dans l'intérieur du moule, nous fait supposer que la matière siliceuse qui a remplacé l'enveloppe extérieure du Bilobite s'est déposée indépendamment de la formation du moule intérieur, comme le montrent d'ailleurs très clairement d'autres exemplaires, surtout ceux des pl. XIII et XIV, fig. 3, de mon étude précédente.

Loc. Serra de Santa-Justa, Vallongo.

PLANCHE Ia

Le même exemplaire, entier, représenté en demi-grandeur naturelle.

PLANCHE II

CRUZIANA cfr. FURCIFERA, d'Orb., p. 56.

Fig. 1. Exemplaire avec l'ornementation caractéristique de cette espèce, mais différant des exemplaires typiques par l'existence des deux cordons marginaux à surface irrégulière et par la terminaison latérale en plans abrupts, comme *Cr. Goldfussi*. Il représente évidemment la même forme que nous avons présentée dans la pl. XX, fig. 3, de notre étude antérieure.

Loc. Ameixieira, Mação.

Fig. 2. Exemplaire montrant la superposition de deux moules de *Cruziana* se croisant perpendiculairement, et de deux moules d'*Arthrophycus*, intimement soudés avec les moules précédents, mais se superposant très obliquement. Les deux moules de Cruziana sont presque réduits au même plan; ceux d'*Arthrophycus*, au contraire, conservent leur relief presque entier.

Loc. Ameixieira, Mação.

CRUZIANA GOLDFUSSI, (Rou.), p. 62.

Fig. 3. Plaque de quartzite montrant la superposition et le croisement de différents moules de cette espèce de *Cruziana*, dont quelques-uns ont un grand relief; ils sont traversés par des perforations de *Foralites gracilis* et de *F. Pomeli*. On voit sur les Cruziana et parfois intimement soudées avec ceux-ci, des crêtes de quartzite, qui se sont produites à la surface de l'argile, et d'autres qui représentent le remplissage de trous ouverts dans la vase par un animal qui a pénétré aussi dans les Cruziana.

Loc. Gargantada, Mação.

PLANCHE III

CRUZIANA FURCIFERA, d'Orb., p. 54.

CRUZIANA cfr. GOLDFUSSI, (Rou.), p. 63.

Fig. 1. Plaque de quartzite où se montrent entrelacés, et se pénétrant mutuellement, plusieurs moules de ces deux espèces de *Cruziana*, dont quelques-uns présentent en partie un grand relief. La netteté de l'ornementation de chacun d'eux est parfaite, aussi exclue-t-elle toute idée de pistes d'animaux. La pénétration des différents moules ne peut donc s'expliquer que par la destruction successive des organismes, à moins que cette pénétration ne soit réelle et qu'elle n'ait eu lieu pendant la vie des individus.

La surface de la plaque est couverte de crêtes irrégulières de quartzite, qui sans doute représentent pour la plupart le remplissage de fentes produites à la surface de l'argile qui formait le rivage quand les Bilobites s'y trouvaient exposés.

Loc. Serra Gallega, 1100m à l'est du hameau de Capella, Mação.

CRUZIANA RENEVIERI, Delgado, p. 61.

Fig. 2. Plaque de quartzite représentée seulement en partie dans le dessin, où l'on voit réunis plusieurs moules de Bilobites se croisant confusément entre eux et réduits au même plan; un moule plus parfait, avec plus de relief, qui traverse la plaque dans toute sa largeur, montre les caractères de l'espèce.

Plusieurs corps de forme irrégulière, saillants à la surface de la plaque, représentent le remplissage de petites cavités ou d'inégalités de la surface de la vase, ou le moulage de corps inertes ou bien d'origine organique épars sur le rivage, et qui se sont fossilisés ensemble avec les Bilobites.

Loc. Serra Gallega, près de Carvoeiro, Mação.

PLANCHE IV

CRUZIANA RUGOSA, d'Orb., p. 57.

Exemplaire de grandes dimensions taillé abruptement sur une grande hauteur à l'une des faces latérales, laquelle montre dans toute son étendue des dessins semblables à ceux de la surface; on ne voit pas cette sculpture sur la face opposée, qui est aussi abrupte, mais ayant cependant beaucoup moins de hauteur au-dessus de la surface de la strate. Il n'est pas facile de comprendre, dans l'hypothèse d'une trace, comment l'animal produirait avec ses membres locomoteurs des vestiges pareils à ceux qu'imprimait la surface inférieure de son corps et, de plus, que l'animal ne fit ses mouvements que d'un seul côté.

Cet exemplaire est naturellement placé, par son ornementation, entre ceux des pl. VIII et IX, fig. 2, de mon étude antérieure, montrant par là les rapports qui lient cette espèce à *Cr. furcifera*.

Loc. Serra de Santa-Justa, Vallongo.

PLANCHE V

CRUZIANA FURCIFERA, d'Orb., p. 55.

Fig. 1. Empreinte de Cruziana dans l'intérieur d'un bloc de grès dur sans la moindre interposition de schiste où le prétendu animal pût laisser des vestiges de son passage. Cette hypothèse est d'ailleurs absolument inadmissible pour ce cas, parce que les grains de sable sont en général plus gros que les stries qui forment l'ornementation, quoique fruste, de l'exemplaire; en outre l'animal dans sa marche ne pouvait laisser des traces plus fines que la grosseur du sable qu'il entraînerait nécessairement.

La partie la plus profonde de l'empreinte, du côté gauche de la figure, est à peu près 5 centimètres au-dessous de la surface du bloc.

Loc. 900^{m} à l'ouest de l'église de Mação.

CRUZIANA SAPORTAI, Delgado, p. 59.

Fig. 2. Exemplaire écrasé, comme chiffonné d'un côté, et très déformé; cependant il laisse bien voir les caractères de l'ornementation superficielle, qui consistait en stries fines, irrégulières, serrées et séparées par des sillons étroits. Dans ce cas il est aussi incompréhensible que la piste laissée par un animal à son passage sur une surface unie pût se rider et se déformer comme le montre cet exemplaire, pour que le moule acquît la forme qu'il présente; par contre, tous les doutes disparaissent quand on considère que le Bilobite représente lui-même un organisme, qui par suite d'une décomposition partielle pourrait prendre les formes les plus variées.

Loc. Serra-do-Facho, 500^{m} à l'ouest de la chapelle de Senhora-do-Salto, Aguiar-de-Sousa.

PLANCHE VI

CRUZIANA HUGHESI, Delgado, p. 60.

Plaque montrant en plans divers plusieurs exemplaires de cette espèce de Cruziana, dont quelques-uns ont un grand relief. On voit clairement que, les stries de la surface s'interrompant subitement dans les sillons latéraux, les bourrelets marginaux unis qui les limitent représentent un caractère spécifique aussi important que les stries mêmes, et que par conséquent ils ne sont pas l'effet d'une déformation accidentelle.

Comme dans la plaque de la pl. XIII de mon premier mémoire, ces Bilobites sont garnis, dans la partie extérieure des lobes longitudinaux, de faisceaux de rides ou prolongements cellulaires, qui formaient vraisemblablement, comme dans l'exemplaire indiqué, l'enveloppe extérieure du Cruziana.

Loc. Serra de Santa-Justa, Vallongo.

PLANCHE VII

CRUZIANA SAPORTAI, Delgado, p. 59.

Fig. 1. Plaque de quartzite où sont représentés plusieurs exemplaires de cette espèce, se superposant et se croisant dans des plans différents. Parmi ces exemplaires quelques-uns se présentent fortement étirés dans le sens longitudinal, ce qui ne pourrait arriver si ces moules représentaient le remplissage de traces, parce que dans ce cas ils auraient tous subi nécessairement une déformation analogue.

L'exemplaire qui croise obliquement la plaque, celui qui montre le mieux les caractères de l'espèce, est soudé dans le même plan avec l'exemplaire de droite, et traverse au contraire avec un relief considérable l'exemplaire de gauche dans la partie où il est le plus étiré. La déformation de ces corps a donc précédé le remplissage des cavités qu'ils occupaient, ce remplissage ne saurait avoir eu lieu qu'après la destruction des premiers.

Loc. Serra-do-Facho, 1000^{m} à est-sud-est de la chapelle de St-Sébastien, Aguiar-de-Sousa.

Fig. 2. Exemplaire un peu écrasé et déformé montrant deux Bilobites superposés, dont le plus petit semble représenter une ramification de l'autre, conformément à ce qu'on observe dans l'exemplaire de *Cr. furcifera* de la pl. XII, fig. 1, de mon étude antérieure. En outre, le Bilobite plus petit répond visiblement à la terminaison de l'individu, ce que l'on reconnait à son léger amincissement et au changement de direction des stries dans la partie opposée à la base (inférieure dans la figure) et qui était arrondie.

Les stries de l'exemplaire sont visibles avec la même netteté dans presque toute sa surface; cependant la mauvaise distribution de la lumière a fait qu'on ne les découvre pas dans plusieurs parties du dessin.

Loc. Serra de Santa-Justa, Vallongo.

(Pour faire ressortir certains caractères plus importants il a fallu invertir la position des exemplaires de cette planche).

PLANCHE VIII

CRUZIANA LEBESCONTEI, Delgado, p. 58.

Fig. 1. Plaque de quartzite fin où l'on voit plusieurs moules de Bilobites de la même espèce superposés et soudés entre eux en différents plans. Le Bilobite principal de cette plaque, sur lequel on peut le mieux étudier les caractères spécifiques, est celui qui a le plus de relief. On observe dans cet exemplaire les parois verticales unies qui le limitent latéralement, ainsi que les bourrelets latéraux, étroits et irréguliers, où se terminent subitement les stries de la surface.

Loc. Serra d'Alcravella, au nord-est du hameau de Venda-Nova, Sardoal.

RHYSOPHYCUS? p. 65.

Fig. 2. Moule de détermination très douteuse, correspondant très probablement aux exemplaires figurés dans la pl. XXXIV de mon mémoire précédent, mais qui peut bien représenter le vestige du passage d'un animal à travers l'argile du rivage et près de la surface, comme les traces d'insectes observées par M. Zeiller près de Villers-sur-Mer.

Loc. Serra Gallega, 1100^{m} à l'est du hameau de Capella, Mação.

CRUZIANA BARROISI, Delgado, p. 61.

Fig. 3. Bilobite avec peu de relief, se rapprochant beaucoup par sa forme aplatie et par les bourrelets latéraux, de *Cr. Cordieri*, dont il diffère pourtant par les stries fines qui couvrent sa surface.

Loc. Près de la chapelle de St-Jacques, Sardoal.

CRUZIANA cfr. GOLDFUSSI, (Rou.), p. 63.

Fig. 4. Plaque de quartzite où l'on voit plusieurs moules de Bilobites de différentes grandeurs, mais de la même espèce, superposés et semblant se pénétrer mutuellement; quelques-uns ont un relief remarquable, et plusieurs d'entre eux gardent l'ornementation primitive avec une grande netteté. Il semble que l'on voit par transparence, dans la partie supérieure du dessin, les stries d'un moule à travers l'autre, dans le croisement oblique de deux moules. On ne saurait comprendre cette apparence que par la pénétration d'un organisme à travers l'autre en état déjà avancé de décomposition. Le croisement de deux pistes dans la même surface ne pourrait jamais produire un aspect semblable: la piste qui viendrait après détruirait celle qui s'était formée auparavant, et l'on ne verrait pas cette mince superposition de stries se coupant obliquement.

A la surface des Bilobites, ou sortant de leur intérieur, on voit quelques corps cylindroïdes qui sont probablement les moules de trous ouverts par des animaux à travers ces organismes *(Foralites)*; dans la surface de la plaque on voit des crêtes irrégulières de quartzite, qui passent quelquefois sur les Bilobites et qui représentent vraisemblablement le remplissage de fentes de retrait dans l'argile.

Loc. Serra Gallega, 1100^{m} à l'est du hameau de Capella, Mação.

RHYSOPHYCUS BILOBATUS, Hall, p.65.

Fig. 5. Moule unique appartenant très probablement à cette espèce d'Amérique, raccourci par la compression dans le sens longitudinal et par ce motif un peu déformé.

Loc. Près les moulins de Serra Chã, à l'est de Sardoal.

PLANCHE VIIIa

CRUZIANA FURCIFERA, d'Orb., p. 53.

CRUZIANA cfr. GOLDFUSSI, (Rou.), p. 64.

Fig. 1. Plaque de quartzite avec différents moules et empreintes de ces deux espèces de *Cruziana*. A la surface de la plaque et passant sur les Bilobites, on voit plusieurs crêtes de quartzite, qui représentent sans doute le remplissage de fentes produites à la surface de l'argile avant que les Cruziana y fussent tombés, parce qu'en enlevant une partie de l'une de ces crêtes qui traversait par le milieu le Bilobite principal de cette plaque, on observa qu'elle s'en détacha facilement, laissant voir en dessous, sans aucune interruption ni modification, l'ornementation du Cruziana. Dans le cas que le Bilobite représentât une piste, le remplissage de celle-ci et de la fente se ferait simultanément et les deux moules ne pourraient par conséquent rester indépendants. Cette idée est confirmée par l'examen de plusieurs autres exemplaires de la même localité, comme le montrent les fig. 3 et 4 de cette planche. D'autres corps à forme cylindroïde, qui semblent traverser le Cruziana, représentent visiblement le remplissage de trous ouverts par le passage d'animaux *(Foralites)*.

Loc. Serra Gallega, 1100m à l'est du hameau de Capella.

VEXILLUM?

Fig. 2. Corps d'origine problématique fossilisé dans le quartzite avec son relief entier, et qu'on a pu séparer en partie de la roche environnante. Dans la partie supérieure de la figure il a une section subovale irrégulière, allongée, avec 16 millimètres de longueur et 6 millimètres dans sa plus grande largeur. Ce corps s'ouvre en éventail en plusieurs branches qui se subdivisent; quelques-unes ont des sillons longitudinaux peu profonds, et toutes présentent un grand relief et sont soudées intimement entre elles jusqu'au point où elles pénètrent dans le quartzite, dans lequel elles sont solidement enchâssées.

Je ne connais aucun autre corps qui lui ressemble si ce n'est celui que l'on voit en liaison avec l'exemplaire de *Cr. furcifera* (pl. I) et qui représente, selon nous, le rhizome ou moyen de fixation de cet organisme dans le fond de la mer. On pourrait aussi y reconnaître quelque ressemblance avec *Vexillum Rouvillei*, Sap. *(Organismes problématiques*, p. 45, pl. VII, fig. 1–5 et pl. VIII, fig. 5); cependant, malgré sa ressemblance générale avec les exemplaires de cette espèce, je n'ai pu y découvrir les détails de structure décrits par M. de Saporta.

Loc. Serra Gallega, 1100m à l'est du hameau de Capella.

CRUZIANA cfr. GOLDFUSSI, (Rou.), p. 64.

Fig. 3. Plaque de quartzite montrant différents moules de cette espèce, dont quelques-uns ont un grand relief sur la surface de la strate; ils se croisent entre eux, quelquefois avec pénétration entière des deux moules, d'autres fois en conservant leur relief. Plusieurs crêtes de quartzite ou corps de forme lenticulaire s'élèvent à la surface de la plaque ou passent sur les moules de Cruziana, mais indépendants de ceux-ci; ils représentent donc le remplissage de fentes de retrait dans l'argile, déjà formées quand les Cruziana furent jetés sur le rivage vaseux, et sur lesquelles sont restés ces organismes, pouvant par conséquent se fossiliser indépendamment. Dans quelques points on voit clairement l'écrasement ou la compression qu'ont subi les Bilobites, se manifestant par une dépression dans le moule, dont l'ornementation se présente souvent sans interruption; ce fait ne saurait avoir lieu dans le cas d'une piste.

Loc. Serra Gallega, 1100m à l'est du hameau de Capella.

Fig. 4. Exemplaire analogue au précédent, mais dans lequel on observe plus clairement la déformation et l'écrasement qu'a subis le Bilobite à sa surface par le croisement oblique d'un corps allongé de forme lenticulaire; celui-ci représente un corps solide qui gisait sur le rivage argileux et sur lequel est tombé le Cruziana, ou plutôt il représente le remplissage de la piste d'un animal qui traversa le limon près de la surface, effleurant en même temps le Cruziana qui, étant un corps mou, a cédé à la pression exercée par l'animal à son passage au-dessous de lui. Nous avons cassé ce corps qui adhérait au Bilobite, pour rendre visible la déformation qu'il a subie.

Loc. Serra Gallega, 1100m à l'est du hameau de Capella.

PLANCHE IX

ARTHROPHYCUS cfr. HARLANI, Hall, p. 69.

Fig. 1. Exemplaire formé par la réunion de plusieurs branches d'*Arthrophycus* se superposant avec leur relief entier, ou se pénétrant mutuellement et par ce motif paraissant quelquefois se ramifier. La branche supérieure, du côté droit de la figure, s'élève de 2 centimètres environ sur le plan de la couche. Cette branche se courbe dans le sens vertical et elle plonge ensuite un peu obliquement dans la plaque de quartzite; cependant la photographie rend mal cette particularité. Du côté gauche de la figure, dans le haut de l'exemplaire, le relief est encore plus grand; l'une des branches a un relief de 3 centimètres sur la surface de la plaque.

Les branches d'*Arthrophycus* sont un peu endommagées à leur surface, mais on voit bien qu'elles avaient une forme aplatie, et dans celles qui sont bien conservées, on découvre la segmentation apparente ou ornementation caractéristique observé tant supérieurement que latéralement dans divers exemplaires; on reconnait donc que cette ornementation entourait toute leur surface.

Loc. Serra Gallega, 1100^{m} à l'est du hameau de Capella.

Fig. 2. Faisceau de branches d'*Arthrophycus* de différente longueur superposées sous-parallèlement, et représentant la terminaison supérieure de jeunes individus qui, par la plus grande profondeur du sillon longitudinal près de l'extrémité arrondie, montrent une tendance à la division longitudinale. L'une de ces branches se termine subitement contre une autre qui la croise perpendiculairement, et dans laquelle la première se trouve enchâssée. On ne peut pas comprendre comment des traces d'animaux pourraient affecter une telle disposition. Des empreintes de *Cr. furcifera* accompagnent les exemplaires d'*Arthrophycus*, comme dans la grande dalle de serra de Goes, à laquelle nous avons parfois fait allusion.

Loc. Serra Gallega, 1100^{m} à l'est du hameau de Capella.

Fig. 3. Différentes branches d'*Arthrophycus* à section sous-quadrangulaire, réunies en un faisceau, se pénétrant réciproquement et fossilisées ensemble. Ces branches, juxtaposées parallèlement, sont croisées par d'autres que l'on voit paraître dans le côté gauche de la figure. On remarque aussi dans ces exemplaires que l'ornementation embrasse toute leur surface, et qu'ils adhèrent solidement au quartzite.

Loc. Serra Gallega, 1100^{m} à l'est du hameau de Capella.

PLANCHE X

ARTHROPHYCUS cfr. HARLANI, Hall., p. 68.

Exemplaire montrant l'enroulement souvent répété d'une même tige d'*Arthrophycus* sur elle-même, décrivant un cercle, les tours du moule se superposant et se soudant entre eux, et conservant leur relief entier. Cet exemplaire ressemble un peu à celui que M. James Hall a figuré, mais il est de dimensions bien plus grandes. L'exemplaire d'Amérique montre une branche enroulé en spirale et aplatie; sur cette circonstance l'illustre paléontologiste américain a fondé l'idée qu'elle représente une plante qui a crû en position verticale ou à peu près, et qu'elle doit à la pression supérieure la forme qu'elle présente.

Loc. Serra da Gargantada, 1600^{m} au nord de la pyramide d'Ameixieira, Mação.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

DEUXIÈME PARTIE

ERRATA

Page 7, ligne	9 d'en haut,	*au lieu de :* moins	*lisez :*	relativement moins
15	2 »	ces		ses
17	17 »	dans		sur
—	25 »	la retraite		le retrait
—	27 »	dans		par
19	19 »	rétraction		retrait
—	1 d'en bas	mémoire		supplément
20	24 d'en haut	se décomposer		se décomposer entièrement
24	2 »	toute		tout
26	8 d'en bas	schistes		schistes carbonifères
28	3 »	peut		peu
36	7 d'en haut	pourrant		pourront
—	13 d'en bas	celles le que		celles que
37	14 »	qu'elles		quelles
38	2 »	apprecier des		apprécier par l'examen des
39	16 d'en haut	exemplification		explication
—	13 d'en bas	la deposition		le dépôt
40	1 d'en haut	champ		camp
46	5 d'en bas	inférieure		supérieure
49	8 »	de ce que		que
55	1 »	p. 7		p. 7 et 49




1
2



SYSTÈME SILURIQUE DU PORTUGAL










1
2
3



